

SOMMAIRE

Remerciements	iii
Résumé	iv
Mots-clés	iv
Liste des graphiques, tableaux et annexes	v
1. Introduction et contexte.....	6
1.1 Les supports de lecture et d'écriture du système scolaire	7
2. Critères de choix du support	12
2.1 Les critères différenciants entre papier imprimé et écran numérique.	14
2.2 Tableau comparatif (images fixes uniquement).....	14
2.3 Conclusion	17
3. État de la recherche.....	17
4. Question de recherche	20
5. Méthodologie.....	20
5.1 Choix du type d'expérimentation	20
5.2 Lieu et conditions d'expérimentation	21
5.3 Matériel utilisé	22
5.4 Participants	22
5.5 Questionnaire.....	23
5.6 Choix des images	24
6. Déroulement des phases d'expérimentation	25
6.1 Exercices d'observation #1 : Où est Charlie ?.....	25
6.2 Exercices d'observation #2 : jeu des différences.....	26
7. Résultats du questionnaire	26
7.1 Présence d'une tablette à la maison	26
7.2 Estimation de performance selon le support	27
8. Résultats détaillés de l'expérimentation.....	28
8.1 Exercice d'observation Ville dans l'espace	28
8.2 Exercice d'observation Cuisine industrielle	29
8.3 Exercice d'observation Time Square	30
8.4 Exercice d'observation Marathon.....	31
9. Résultats globaux	32
9.1 Résultats en fonction du genre	32
9.2 Résultats en fonction de la prévision de performance	33
10. Observation de l'attitude des participants	34
11. Prolongation de l'expérience et hypothèses	35
12. Synthèse des résultats	36
13. Conclusion	37
14. Bibliographie.....	40
15. Annexes	42

Remerciements

Je tiens à remercier M. Nicolas Guillaume-Gentil, directeur du mémoire, pour son suivi et ses précieux conseils quant à la réalisation de ce document.

Je remercie la Direction du collège des Forges à La Chaux-de-Fonds pour la liberté offerte quant à la mise en place des expérimentations au sein de mes classes.

Enfin, je remercie mes élèves qui m'ont suivi sans réserve et qui ont joué le jeu du début à la fin de l'étude.

Résumé

Les supports de lecture de textes ou d'image ont toujours évolué parallèlement aux progrès technologiques. Cependant, dans le cadre scolaire, l'évolution des supports s'est limitée à l'abandon des instruments de type ardoise à écrire au profit du papier. Les tablettes numériques y trouveraient-elles leur place ? Si elles présentent des atouts financiers et écologiques, leurs performances pédagogiques ne sont pas clairement établies. Des études se sont attardées sur les performances de lecture et de compréhension de texte sur support écran et papier avec des résultats comparables pour les études les plus récentes. Aucune étude ne s'est préoccupée des performances d'observation d'images.

Des expériences comparatives d'observation d'images fixes ont donc été réalisées dans le cadre de l'école obligatoire avec une centaine d'élèves. Des expériences basées sur l'observation d'illustrations en couleur et de photographies en noir et blanc sont réalisées, avec la moitié des participants travaillant sur papier et l'autre moitié sur tablette.

L'analyse des résultats démontre que la performance moyenne des participants est meilleure sur tablette, à hauteur de 10% de réponses correctes supplémentaires, malgré un environnement non adapté. En outre, si on laisse le choix du support à l'élève en fonction de son estimation de performance, le taux de réponses correctes supplémentaires sur tablette atteint 15% comparée aux résultats obtenus sur papier. Les performances des tablettes numériques équipées d'un écran haute-résolution ne doivent pas être considérées comme inférieures en ce qui concerne la lecture d'images.

Mots-clés

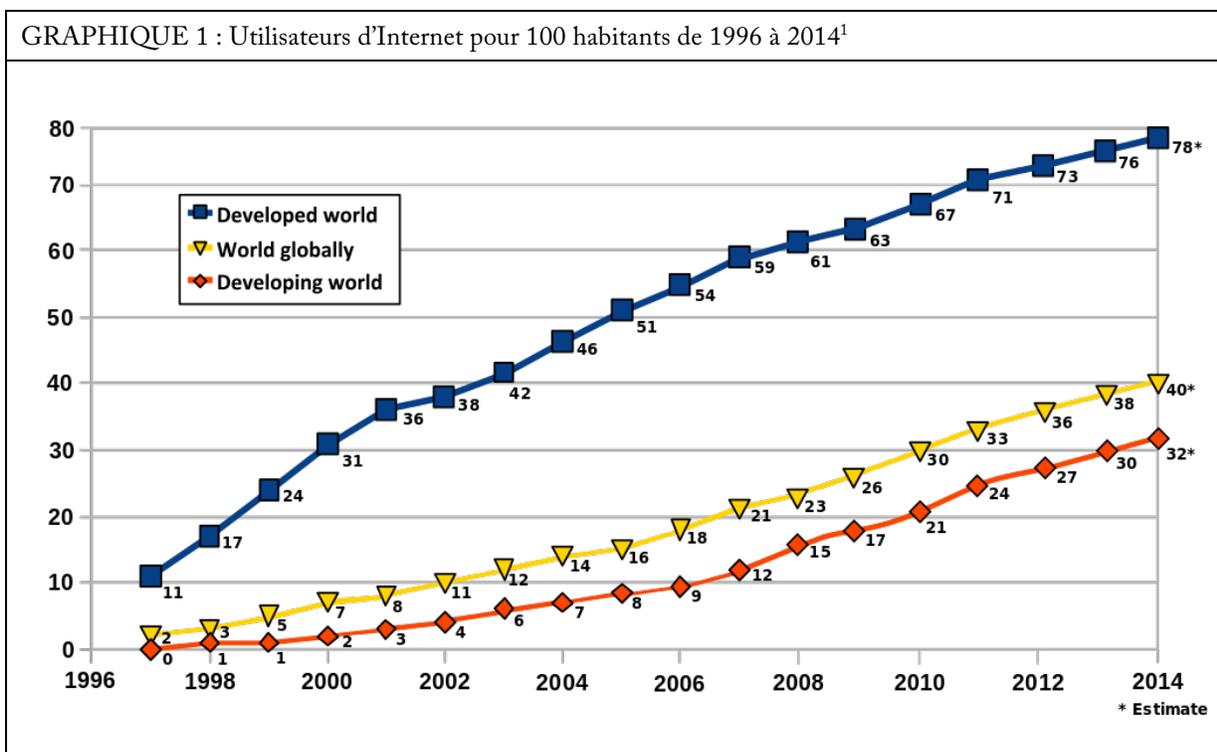
Arts visuels ; MITIC ; images ; tablette ; iPad ; papier ; écran ; comparaison.

Liste des graphiques, tableaux et annexes

GRAPHIQUE 1 : Utilisateurs d'Internet pour 100 habitants de 1996 à 2014	6
GRAPHIQUE 2 : Équipement des ménages en ordinateurs personnels en 2014.....	9
GRAPHIQUE 3 : Équipement TIC des ménages suisses de 1990 à 2013	10
GRAPHIQUE 4 : Répartition des résultats de l'expérimentation Ville dans l'espace	28
GRAPHIQUE 5 : Répartition des résultats de l'expérimentation Cuisine industrielle.....	29
GRAPHIQUE 6 : Répartition des résultats de l'expérimentation Time Square	30
GRAPHIQUE 7 : Répartition des résultats de l'expérimentation Marathon.....	31
TABLEAU 1 : Tableau quantitatif comparatif	14
TABLEAU 2 : Distribution des participants en fonction (genre et année de naissance)	23
TABLEAU 3 : Présence d'une tablette à la maison.....	27
TABLEAU 4 : Estimation de performance selon le support.....	27
TABLEAU 5 : Résultats de l'expérimentation Ville dans l'espace	28
TABLEAU 6 : Résultats de l'expérimentation Cuisine industrielle	29
TABLEAU 7 : Résultats de l'expérimentation Time Square	30
TABLEAU 8 : Résultats de l'expérimentation Marathon	31
TABLEAU 9 : Résultats globaux.....	32
TABLEAU 10 : Différences entre les scores moyens des garçons et des filles (G-F) en mathématique, lecture et sciences, en Suisse et dans les pays de référence	33
TABLEAU 11 : Résultats globaux en fonction de la prévision de performance.....	33
ANNEXE 1 : Illustration Ville dans l'espace.....	42
ANNEXE 2 : Illustration Cuisine industrielle	43
ANNEXE 3 : Photographies Time Square	44

1. Introduction et contexte

Depuis une trentaine d'années, les ordinateurs font partie intégrante de notre vie quotidienne, au travail comme lors de notre temps libre, à la maison, au jardin ou en voiture. Les dispositifs informatiques peuvent prendre des formes diverses : création de nouveaux objets ou systèmes (ordinateurs personnels, tablettes numériques, technologies de communication et d'information, gadgets en tout genre) ou intégration à des technologies existantes (smartphone, domotique, automobile, etc.). L'informatique et Internet influencent aujourd'hui profondément notre existence, notre mode de vie et notre culture, allant jusqu'à creuser un « fossé numérique » entre ceux y ayant accès et les autres.



Face à ce constat on pourrait s'attendre à ce que l'informatique soit utilisée à grande échelle dans le cadre scolaire suisse comme moyen d'enseignement, de révision, d'évaluation, source d'information et d'inspiration ou support de lecture et d'écriture. Ainsi l'enseignant serait libéré de certaines tâches, obligeant l'élève à un minimum d'autonomie et permettant des économies financières et écologiques. La visite d'une classe standard de l'école obligatoire, tant de niveau primaire que secondaire, permet de se rendre compte du peu d'espace occupé par les

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_Internet

outils informatiques à l'école, hormis leur utilisation par les enseignants pour la préparation de leurs cours ou par l'administration scolaire pour la gestion des collèges. En général, les salles de classe comptent quelques ordinateurs dont l'utilisation est facultative pour la mise en application du plan d'étude, excepté pour les cours d'informatique proprement dits. Les enseignants ne sont pas particulièrement sensibilisés et formés à l'utilisation de l'informatique. Beaucoup d'entre eux ne sont pas familiers des systèmes informatiques. Finalement pour l'élève, l'utilisation de l'informatique dans le cadre de sa scolarité obligatoire reste marginale, bien que celle-ci soit banale à l'extérieur.

1.1 Les supports de lecture et d'écriture du système scolaire

Les systèmes scolaires, en Suisse comme ailleurs, utilisent depuis toujours différents supports permettant à l'enseignant la transmission de l'information entre étudiants et enseignants. Ces supports sont aussi utilisés pour la prise de note, l'expression écrite et artistique, la résolution d'exercices et l'évaluation des élèves.

Si l'on considère que le système scolaire est en constante mutation depuis la mise en place de la scolarité obligatoire, on peut s'étonner de la longévité des supports de lecture et d'écriture utilisés à l'école depuis lors. Ce constat n'est pourtant pas spécifique à l'école : de façon plus générale, les supports d'écriture et de lecture utilisés par l'homme depuis l'antiquité ont traversé plusieurs siècles avant d'être supplantés par des instruments plus modernes² :

Supports de type tablette à écrire :

- Tablette d'argile (à partir du IV^e millénaire av. J.-C.)
- Tablette de cire (à partir du XIV^e siècle av. J.-C.)
- Ardoise et tableau noir (à partir du XIX^e siècle)
- Tableau blanc (white board) (fin du XX^e siècle)

Supports de type *papier* :

- Papyrus (à partir du IV^e millénaire av. J.-C.)
- Parchemin (à partir du II^e siècle)
- Papier (à partir du I^{er} siècle en Chine, industrialisation dès le XVIII^e siècle)
- Supports informatiques :
 - Ordinateur personnel (PC), avec clavier et souris (fin du XX^e siècle)
 - Tableau blanc interactif (TBI) (début du XXI^e siècle)
 - Projecteur numérique (fin du XX^e siècle)
 - Tablette numérique, liseuse, smartphone (début du XXI^e siècle).

² L'essentiel de ces informations provient de sites Internet dont le détail figure dans la bibliographie.

Dans le cadre de l'enseignement obligatoire en Suisse, l'évolution des supports d'écriture et de lecture depuis la fin du XIX^e siècle se limite à l'abandon total des instruments de type tablette ou ardoise à écrire au profit du papier.

Le tableau noir en ardoise reste très répandu, le tableau blanc ou le tableau blanc interactif ne parvenant pas à s'imposer complètement. Les projecteurs numériques sont généralement utilisés pour visualiser des films ou vidéos et, pour des raisons de format d'image, sont préférés aux télévisions, apparues dès les années 1970. L'utilisation de leurs composantes interactives en cas de connexion à un dispositif informatique n'est pas vraiment encouragée ni mise à profit. Les ordinateurs avec clavier et souris sont largement intégrés à l'école aujourd'hui, mais ne sont utilisés que dans le cadre des cours d'informatique et de bureautique. Le papier reste finalement le support de prédilection de l'enseignement obligatoire en Suisse, tant pour la prise de note que pour les ouvrages de référence.

La démocratisation de l'informatique débute réellement dans le courant des années 1980 avec l'apparition des premiers ordinateurs personnels qui étaient initialement des outils de travail, dédiés à la bureautique et au traitement de données. Le développement d'applications plus axées sur les loisirs et le divertissement (jeux en particulier) débute à la même période.

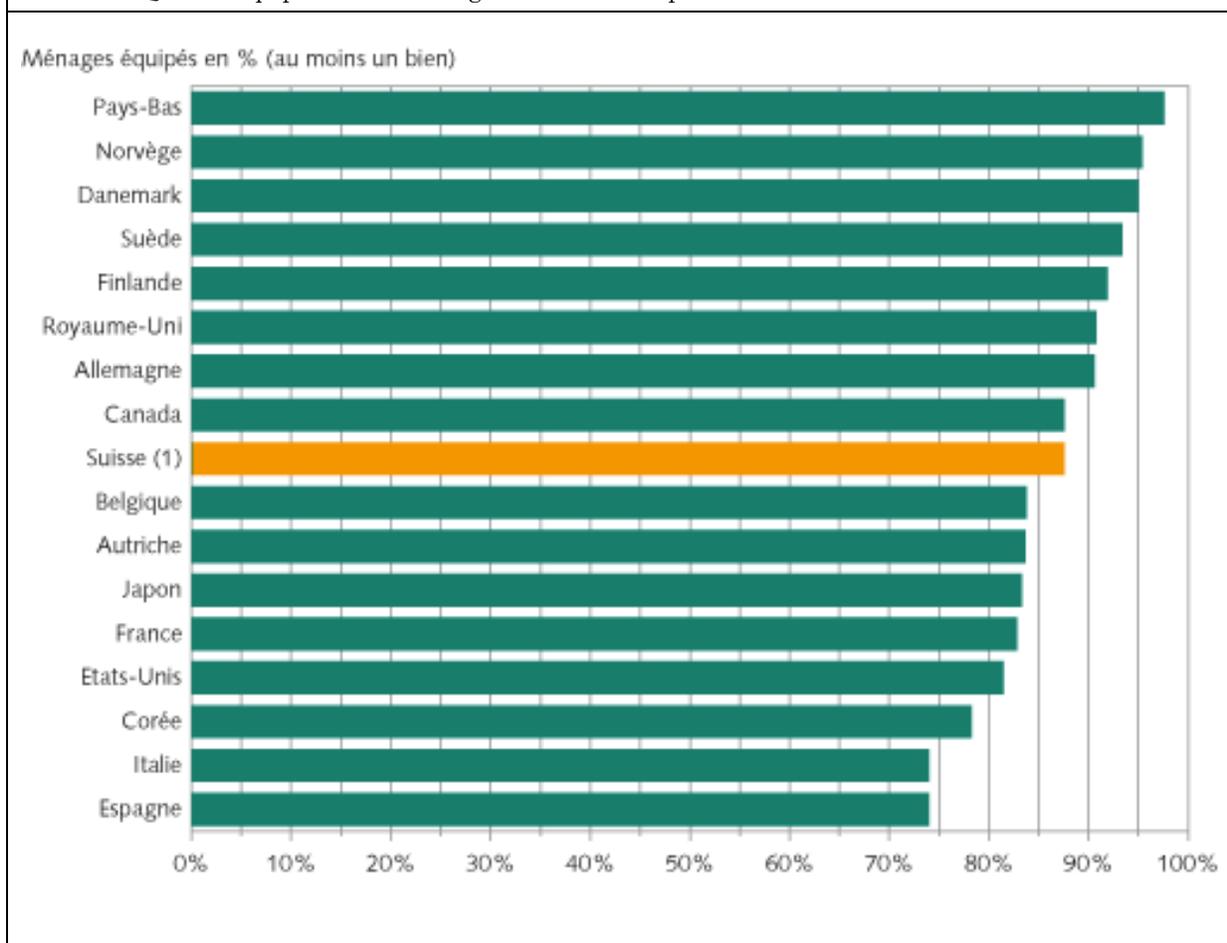
Dans le courant des années 1990, c'est la démocratisation d'Internet, permettant la création d'un réseau informatique mondial, qui marque une étape dans le développement de l'informatique. Les utilisateurs sont désormais connectés entre eux, permettant le partage de données sous la forme de textes, d'images et de sons.

Lancé en 2007, le premier modèle de l'iPhone d'Apple inaugure une nouvelle ère dans l'utilisation de l'informatique. Bien plus qu'un téléphone, ce produit représente le premier ordinateur *ultra portable*, tenant dans une poche, permettant une grande liberté d'utilisation grâce à son écran tactile remplaçant le clavier et la souris, et proposant une connexion à Internet. Les tablettes iPad ne sont en fait qu'une déclinaison de l'iPhone, dans un plus grand format et sans certaines fonctionnalités liées à la téléphonie.

En comparaison internationale, la Suisse a toujours compté parmi les pays les mieux équipés en matière d'informatique. Les raisons s'expliquent principalement par le haut niveau de vie en Suisse, qui se situe parmi les plus élevés d'Europe³.

³ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/news/medienmitteilungen.html?pressID=10855> consulté le 26 avril 2016

GRAPHIQUE 2 : Équipement des ménages en ordinateurs personnels en 2014⁴

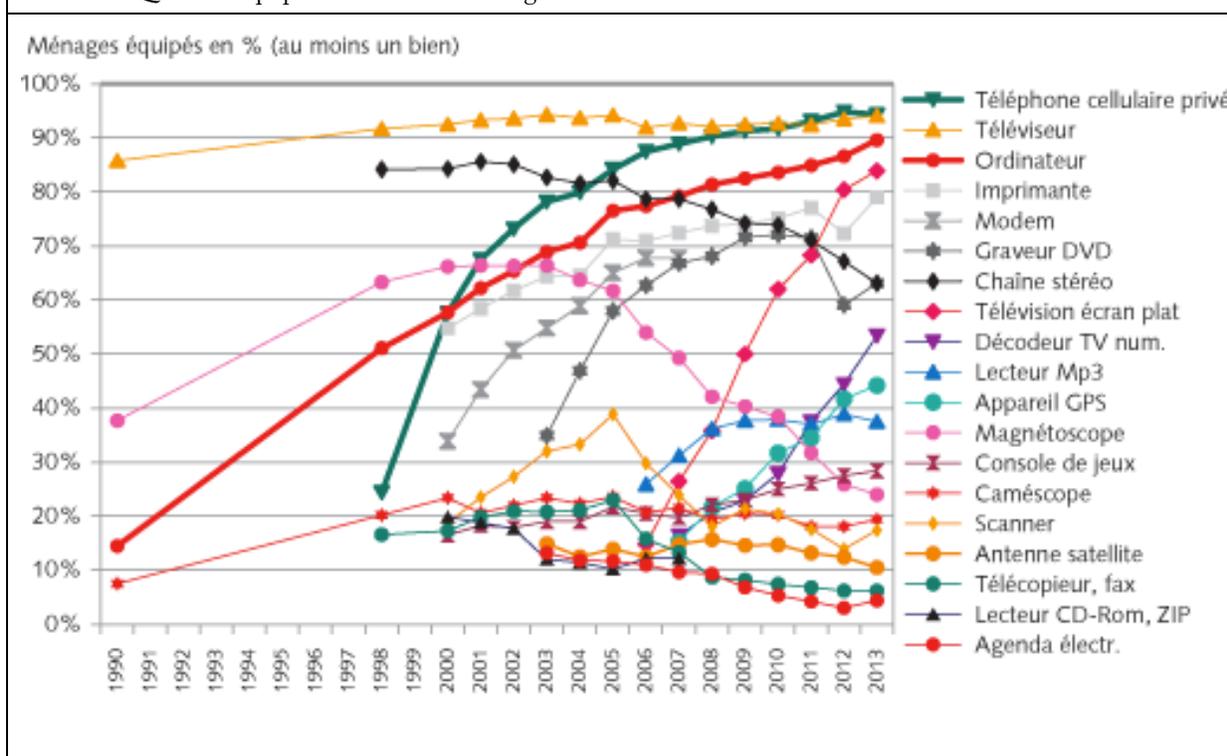


Une étude de 2004⁵ situe déjà la Suisse en bonne position au niveau de l'accès des ménages à Internet. Avec 61% des ménages connectés en 2004, la Suisse se place au 5^e rang mondial derrière les Pays-Bas (65%), le Danemark (69%), l'Islande (81%) et la Corée du Sud (86%). Pour la même année, les États-Unis comptent un taux d'équipement de 55% et la France de 34% seulement. En ce qui concerne l'utilisation d'Internet, la Suisse se classe parmi les pays comptant le plus haut taux mondial d'utilisation avec une moyenne de 80% d'individus s'étant connectés durant les 3 derniers mois. À noter qu'on peut distinguer de grandes différences de répartition en fonction de l'âge des utilisateurs. En Suisse, la tranche d'âge 55 ans compte beaucoup moins d'utilisateurs (40%) que les 15 - 55 ans (75%).

⁴ http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/16/04/key/approche_globale.indicator.30103.301.html?open=2 consulté le 26 avril 2016

⁵ Froidevaux, Y. et V. G. Täube (2006). Utilisation d'internet dans les ménages en Suisse. Résultats de l'enquête 2004 et indicateurs. Neuchâtel, OFS.

GRAPHIQUE 3 : Équipement TIC des ménages suisses de 1990 à 2013⁶



Les chiffres de 2014⁷ confirment les statistiques de 2004 : les Suisses se positionnent parmi les 10 pays les mieux équipés en ordinateurs personnels avec un taux de 88%. En ce qui concerne l'utilisation d'Internet, le taux d'utilisation est en constante progression depuis 2004 avec 86% d'utilisateurs et une fréquence d'une fois par semaine au moins, la moyenne européenne se situant à 75%. Aujourd'hui, on peut cependant remarquer un essoufflement de la demande des produits informatiques (ordinateurs ou tablettes) avec un marché plus mature, moins en phase d'équipement, mais plutôt en quête de renouvellement du matériel.

Avec une grande majorité d'utilisateurs de l'informatique (plus de 90% des ménages suisses équipés en 2013) et d'Internet (87% d'utilisateurs en Suisse en 2013) et l'apparition récente des ordinateurs embarqués sous forme de smartphone, tablette ou liseuse numérique (plus de 95% des ménages équipés en Suisse en 2013)⁸, on est en droit de s'interroger sur les raisons d'une si faible exploitation des MITIC (*Médias, Images et Technologies de l'Information et de la Communication*) à l'école obligatoire. Les MITIC visent à développer les capacités des élèves à

⁶ http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/16/04/key/approche_globale.indicator.30103.301.html?open=2 consulté le 26 avril 2016

⁷ Froidevaux, Y (2012). Internet dans les ménages en Suisse. Résultats de l'enquête Omnibus TIC 2010. Neuchâtel, OFS.

⁸ http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/16/04/key/approche_globale.indicator.30103.301.html?open=1 consulté le 26 avril 2016

une attitude critique face aux nouvelles technologies et aux nouveaux médias. La Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique (CDIP) recommande dès 2002 la formation des enseignants, du point de vue pédagogique et technologique. Le plan d'étude romand les décrit ainsi : « Dans le cadre scolaire, les *MITIC* jouent des rôles multiples, comme discipline scolaire par l'apprentissage des outils informatiques et multimédias, outils permettant de développer et élargir les pratiques scolaires en général et développement de l'esprit et de l'indépendance critiques face aux médias, voire aux développements technologiques, participant ainsi à l'*Éducation à la citoyenneté*. »⁹

Dans le cadre de l'enseignement supérieur, l'informatique est déjà intégrée à de nombreux niveaux : présentation des cours (projecteur numérique voir TBI), prise de note, rédaction des travaux, annotation et transmission des supports de cours, etc. Cette pratique est encore plus répandue dans les établissements proposant des cours de formation à distance ; la totalité du cours est alors transmise sous forme informatique, l'enseignant opérant devant une caméra dont les images sont transmises par Internet.

L'une des explications de ce relatif désintérêt pour les supports numériques réside dans les différences fondamentales au niveau des moyens, des objectifs et des participants entre l'école obligatoire et les écoles supérieures. Le jeune âge des élèves et l'hétérogénéité des classes en école obligatoire n'encouragent pas un enseignement transmissif tel qu'il est dispensé en écoles supérieures et qui est particulièrement adapté aux différents outils informatiques. De plus, et comme une majorité d'études l'indiquent¹⁰, l'utilisation de l'informatique dans l'enseignement n'est pas aussi positive qu'elle pourrait le sembler à priori : si les gains économiques et écologiques sont facilement quantifiables, il est plus difficile d'évaluer les performances pédagogiques et didactiques, car chaque support présente des différences de performances plus ou moins prononcées selon le contexte. Néanmoins, un bon nombre d'études scientifiques se sont déjà penchées sur les différences de performance entre le support papier et numérique en ce qui concerne les textes : vitesse de lecture, compréhension, mémorisation, manipulation de documents à plusieurs pages, annotation de documents. Cet aspect sera détaillé au chapitre *État de la recherche*.

⁹ <http://www.plandetudes.ch/fg/cg2> consulté le 26 avril 2016

¹⁰ Voir chapitre *État de la recherche*.

2. Critères de choix du support

Pour l'enseignant et les institutions scolaires, les choix du support d'écriture et de lecture doivent être effectués selon des critères multiples, variés, voire contradictoires¹¹.

- Pédagogique : le support est-il adapté à l'enseignement en général ?
- Didactique : le support est-il adapté à la branche enseignée ?
- Ergonomique : le support est-il adapté à l'élève ainsi qu'à la classe (y compris au matériel et au mobilier)? A-t-il des répercussions sur la santé de l'utilisateur ?
- Économique et financier : le coût d'utilisation du support est-il en adéquation avec les budgets institutionnels? Le support modifie-t-il la charge de travail de l'enseignant ? Ce dernier a-t-il besoin d'une formation complémentaire pour l'enseignant et/ou pour l'élève ?
- Écologique : le coût d'utilisation écologique est-il en adéquation avec les standards institutionnels ?
- Compatibilité avec l'existant : le nouveau support peut-il s'utiliser avec le matériel existant ?
- Prise-en-main : l'utilisation du support nécessite-t-il une formation spécifique pour l'enseignant et/ou pour l'élève ?

Les aspects économiques et écologiques sont aisément quantifiables par une approche comptable chiffrée. Il n'en va pas de même pour les aspects pédagogiques, didactiques et ergonomiques qui doivent être étudiés sous l'éclairage de la littérature scientifique existante, et, du point de vue de l'enseignant, c'est précisément ces aspects qui sont fondamentaux. La majorité des études s'attardant sur l'influence des supports par rapport aux performances des apprenants se focalisent sur des activités liées à la lecture, la compréhension et la mémorisation de texte, et non pas d'images proprement dites. Malgré tout, ces études apportent un éclairage nécessaire et des bases de réflexion adéquates qui sont transposables aux images, vu le lien évident entre texte et image. À l'origine l'écriture est symbolique avec l'utilisation de pictogramme et d'idéogrammes, avant d'évoluer vers une forme alphabétique telle que nous l'utilisons aujourd'hui.

Les décisions prises concernant l'école sont aussi motivées par d'autres critères, généralement politiques et financiers. L'introduction à grande échelle des tablettes numériques à l'école, et plus généralement du matériel numérique, représente un marché important pour les industriels qui ont tout intérêt à pousser les institutions scolaires à intégrer les nouvelles

¹¹ Nous énumérons ici les grandes lignes de notre réflexion qui sera plus précisément développée dans le chapitre suivant, lorsque nous aborderons la problématique globale du mémoire.

technologies dans leurs programmes scolaires. De plus, les outils informatiques sont d'autant plus attrayants qu'ils peuvent sembler constituer - a priori - une opportunité d'économie pour les institutions, offrant une certaine autonomie à l'apprenant et libérant ainsi l'enseignant d'une partie de sa charge de travail. Ces tendances se matérialisent depuis quelques années avec l'intégration de matériel numérique à grande échelle à l'école, ne répondant pas forcément aux besoins des enseignants, et dont les performances pédagogiques restent encore à prouver. Le gouvernement finlandais a décidé que les cours d'écriture cursive (écriture manuscrite attachée) seraient enseignés en option à l'école obligatoire au profit de la dactylographie sur ordinateur dès 2016. Depuis 2014, des mesures similaires ont été prises par la plupart des états aux États-Unis. En France, Le *Plan pour le numérique à l'école*¹² a été annoncé par les autorités le 14 juillet 2015. Il prévoit d'équiper 70% des élèves français avec des tablettes numériques d'ici à 2020. Ce plan est très largement critiqué, car il fait suite à des recommandations d'experts dont certains sont dirigeants de sociétés directement impliquées dans le marché du numérique à l'école¹³ ! Un programme canadien, lancé en 2011 par le premier ministre et qui prévoit l'intégration de 40'000 tableaux blancs interactifs dans les écoles primaires et secondaires du Québec d'ici 2016, a été vivement critiqué par un rapport interne du Ministère de l'Éducation¹⁴. Il dénonce un programme lancé sans demande particulière du corps enseignant et sous la pression des industriels, avec des appels d'offres biaisés ne permettant pas le jeu de la concurrence, et ne tenant pas compte de l'état de la recherche, et sans lien avec la réalité du terrain. D'autres lacunes ont été révélées concernant la planification du projet, les coûts de formation, d'entretien et de mise à jour du matériel.

En Suisse, dans une plus large mesure, l'opérateur de téléphonie *Swisscom* cherche à s'implanter dans les établissements scolaires avec son programme *Internet à l'école* qui propose un accès Internet gratuit pour toutes les écoles, ainsi que le prêt gratuit de smartphone. On peut aussi noter le programme *Education* d'Apple qui offre un tarif préférentiel aux enseignants et aux étudiants.

Ce phénomène n'est pas sans inquiéter certains parents. Des écoles privées proposent aujourd'hui - avec un succès grandissant - un enseignement sans aucun recours à l'informatique¹⁵.

¹² http://cache.media.education.gouv.fr/file/12_decembre/96/9/2012-plan-numerique-dossier-presse_236969.pdf consulté le 26 avril 2016

¹³ <https://www.mediapart.fr/journal/france/041114/le-plan-pour-le-numerique-lecole-donne-lieu-un-melange-des-genres> le 26 avril 2016

¹⁴ <http://karsenti.ca/pdf/scholar/ARP-karsenti-98-2012.pdf> consulté le 26 avril 2016

¹⁵ <http://www.whywaldorfworks.org> consulté le 26 avril 2016

2.1 Les critères différenciants entre papier imprimé et écran numérique.

Les différences entre support papier imprimé et écran numérique sont nombreuses et à l'origine des différences de performances que l'on s'attend à rencontrer en utilisant chaque support pour effectuer une tâche similaire, tant du point de vue de l'élève et de l'enseignant que de l'administration et du contribuable. La connaissance de ces différences et de leur influence sur les performances des élèves représente le défi principal de l'école de demain, dans son besoin d'intégration et d'adaptation aux nouvelles technologies et aux nouveaux médias.

2.2 Tableau comparatif (images fixes uniquement)

Le tableau suivant dresse une liste exhaustive des différents critères spécifiques des tablettes numériques face au papier imprimé et ayant une importance dans le cadre scolaire au niveau ergonomique, économique, écologique et technique. Ce comparatif n'est valable que pour l'affichage et l'impression d'images fixes et ne tient pas compte des images animées. La plupart des critères sont transposables à d'autres modèles, bien que certains critères techniques soient spécifiques au modèle de tablettes utilisées pour la phase expérimentale.

TABLEAU 1 : Tableau quantitatif comparatif

	Tablette (iPad Air 1 ^{ère} génération)	Impression papier
Aspects économiques		
Coût d'achat et à l'usage	Dès 439.- CHF Faible consommation électrique à l'usage (12 kWh soit moins de 2.- CHF par année pour une recharge quotidienne) ¹⁶ .	Coût moyen pour une photocopie : A4 noir et blanc : 0.10 CHF A4 couleur : 1 CHF
Durée de vie	Munie d'une coque de protection adéquate et utilisée avec soin, la durée de vie moyenne d'une tablette numérique est estimée à 10 ans.	Généralement à usage unique.
Commentaires	Il est difficile d'estimer la performance financière des 2 supports, car elle est fortement influencée par les conditions et la fréquence d'utilisation (soin à l'usage, entretien, amortissement). Dans le cas d'une utilisation ponctuelle de la tablette numérique, ce support est certainement plus onéreux. À l'inverse, une utilisation intensive de l'appareil (intégrant par exemple les supports de cours habituellement imprimés) le rend rapidement plus économique que le papier imprimé.	
Aspects écologiques¹⁷		
Empreinte carbone	Émission carbone : 130 kg	Émission carbone pour la

¹⁶ [http://www.epri.com/Press-Releases/Pages/EPRI-Calculates-Annual-Cost-of-Charging-an-iPad-at-\\$1-36.aspx](http://www.epri.com/Press-Releases/Pages/EPRI-Calculates-Annual-Cost-of-Charging-an-iPad-at-$1-36.aspx) consulté le 26 avril 2016

¹⁷ <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/08/23/AR2010082303608.html> consulté le 26 avril 2016

		production d'un livre : 7,5 kg
Commentaires	La production d'un iPad équivalent à celle de moins de 20 livres, il permet rapidement d'atteindre un bilan écologique positif en cas d'usage intensif.	
Aspects techniques		
Format	Appareil : 241,2 × 185,7 × 9,4 mm Écran : 9.7 pouces (diagonale) = 14.7 x 19.7 cm	À choix jusqu'au format A3
Impression franc-bord	Impossible (marge de 1.7 et 2.2 cm)	Par défaut non : marge d'impression du photocopieur. Oui, en imprimant sur plus grand format et en découpant franc-bord.
Commentaires	Le format unique et déterminé des tablettes numériques souffre la comparaison par rapport au papier, nettement plus recommandé par ses multiples formats, la possibilité de découpes personnalisées ainsi que d'impressions franc-bord (sans marge).	
Masse (poids)	660 grammes (sans fourreau de protection)	80 à 300 grammes par m ²
Commentaires	Le poids de la tablette numérique (660 grammes) représente certainement un des points les plus différenciant entre les 2 supports : si le poids d'une feuille de papier imprimée est à peine perceptible, il peut devenir rapidement pénible de tenir une tablette en main.	
Capacité de stockage (mémoire)	16 à 64 Go selon le modèle	2500 signes
Commentaires	La grande capacité de stockage des tablettes numériques leur apporte un des avantages principaux face au papier imprimé. Une tablette peut ainsi embarquer des milliers de pages de textes et d'image (1Go de mémoire peut contenir entre 500 et 1000 livres ou images numérisés).	
Résolution¹⁸	264 ppi	Dépendant de l'imprimante, généralement entre 200 et 400 ppi
Commentaires	Vu la faible différence de résolution entre les 2 supports, la résolution n'est pas un critère significativement différenciant.	
Profondeur de couleurs¹⁹	24 bits (16 millions de couleurs)	24 bits (16 millions de couleurs)
Commentaires	La faible différence de profondeur de couleur entre les 2 supports, n'est pas un critère significativement différenciant.	
Reflets	Nombreux reflets sur la vitre de l'écran, en particulier en situation d'éclairage zénithal (éclairage au plafond).	Négligeable
Commentaires	Selon les matériaux utilisés pour le support de lecture et le positionnement de l'éclairage dans la salle de classe, les reflets peuvent s'avérer	

¹⁸ La résolution représente le nombre de points ou pixels par unité de longueur et s'exprime en point par pouce (ppi). Elle est équivalente à la densité de points ou de pixels composant une image.

¹⁹ La profondeur des couleurs représente l'échelle de nuances de couleurs affichable sur un support informatique. L'unité utilisée pour exprimer la profondeur des couleurs et le bit par pixel (bpp).

	particulièrement gênants à l'usage, malgré l'utilisation de verre ou de protections antireflet. La plupart des classes proposent actuellement un éclairage zénithal par tube néon qui est peu adapté à l'utilisation de dispositifs vitrés à usage vertical tel qu'une tablette numérique.	
Angle de vue ²⁰	+/- 30° (peu ou pas visible pour l'utilisateur).	Illimité (pas d'angle mort)
Commentaires	Les reflets et l'angle de vue limités uniquement présents sur le support tablette numérique constituent un critère significativement différenciant surtout lorsque plusieurs utilisateurs s'activent autour du même appareil.	
Crénelage ²¹	Négligeable lors de l'utilisation d'un écran à haute résolution et d'une image à la résolution adaptée.	Aucun
Commentaires	Vu son absence sur les 2 supports, l'aliasing n'est pas à considérer comme un critère significativement différenciant.	
Éclairage	Écran rétroéclairé	Aucun
Commentaires	Le rétroéclairage personnalisable de la tablette numérique est un critère différenciant positif, en particulier en ce qui concerne les personnes rencontrant des problèmes de vue ou dans de mauvaises conditions d'éclairage.	
Émission de chaleur	Négligeable	Aucune
Maniabilité	Rigidité totale	Souple, enroulable, pliable, découpable.
Impression en couleurs	Possible	Possible
Commentaires	Les 2 supports peuvent accueillir des impressions en couleur, mais celle-ci n'est définitive que sur le papier imprimé. La possibilité de modifier les caractéristiques d'affichage des couleurs peut représenter un atout non négligeable de la tablette numérique en ce qui concerne l'adaptation aux personnes rencontrant des problèmes de vue (daltonisme en particulier)	
Zoom / Agrandissement de l'image	Possibilités de zoomer dans l'image	Impossible (impression définitive)
Rafraichissement de l'image	60 images par seconde (invisible pour l'utilisateur) par rétroéclairage.	Aucun
Interactivité	locale ou en réseau	Aucune
Commentaires	Bien que les caractéristiques interactives des tablettes numériques ne soient pas prises en compte dans le cadre de ce mémoire, les possibilités offertes par l'usage d'applications relatives au programme scolaire sont une des caractéristiques particulièrement attrayantes des tablettes.	
Connectivité	Oui (local ou Internet)	Aucune
Commentaires	Les tablettes numériques pouvant se connecter à Internet mais aussi à d'autres dispositifs informatiques (tablette, ordinateur, smartphone, projecteur), il permet des usages que le papier n'offre pas.	

²⁰ L'angle de vue indique la limite du cône d'observation à l'intérieur duquel le contraste des images affichées reste suffisant pour voir l'image correctement.

²¹ Le crénelage (ou *aliasing*) est un phénomène optique visible lors de l'utilisation d'une trame d'impression composée de carrés et qui donne un effet d'escalier aux diagonales. Un traitement graphique approprié (*lissage des pixels*) permet de corriger cet effet.

2.3 Conclusion

À la lecture de ce tableau comparatif, les seuls réels défauts imputables à l'iPad se résument à un prix d'achat élevé pénalisant en cas de dégâts ou de vol, l'apparition de reflets masquant l'écran sous certains éclairages, son angle de vue limité, son poids ne permettant pas de le tenir en main confortablement sur une longue période et sa grande rigidité.

À l'inverse, l'usage d'une tablette est économique et écologique, à condition que celle-ci soit fréquemment utilisée. En outre, elle permet des réglages personnalisés (contraste, luminosité) l'affichage d'images multiples, fixes ou animées, l'utilisation d'applications interactives et la connexion à Internet.

3. État de la recherche

Les premières études scientifiques ayant pour objet les différences de performance entre supports papier imprimé et écran numérique sont publiées dès l'apparition des ordinateurs personnels au début des années 80. Les principaux champs d'investigation concernent la pédagogie, l'informatique et la psychologie. Les études existantes sur le sujet comparent principalement les supports au niveau de la lecture et de la compréhension de textes, mais n'étudient pas la lecture et la compréhension d'images.

Jusqu'au milieu des années 2000, la plupart des études concluent que la lecture sur écran est plus lente que sur papier imprimé, avec des résultats inférieurs allant de 10% à 30% (Dillon, 1988 ; Kurniawan, 2001). Cependant, il est rapidement mis en évidence que les conditions d'expérience pourraient constituer un biais important dans les résultats (Dillon, 1988 ; O'Hara 1997). Il est principalement reproché la mauvaise qualité technique du matériel, des écrans en particulier, surtout au niveau de leur faible résolution, de leur petite taille, de leur éloignement de l'utilisateur, de la mauvaise gestion des réglages de contraste et de couleurs, ainsi que de crénelage trop présent. Certaines spécificités du support papier qui ne se retrouvent pas sur support informatique ont aussi été mises en évidence dans la justification des résultats : possibilité d'annotation aisée du document dans le texte ou en marge, structuration du document par page, possibilité d'une vue d'ensemble avec l'étagage des pages (Mangen & Walgermo & Bronnick, 2013).

Par la suite, les résultats sont moins catégoriques, certaines études (Kazanci, 2015) confirment les résultats alors que d'autres les infirment (Ackerman & Lauterman, 2012, 2014 ; Kretzschmar, 2013), avec des résultats quasiment similaires au niveau des performances de lecture et de compréhension sur papier imprimé ou sur écran numérique. Une étude récente norvégienne a confirmé que les performances de compréhension de longs textes sur

ordinateurs sont aussi péjorées lorsque le texte est lu en continu (*scrolling*) sans la structure traditionnelle *page par page* des impressions papier (Mangen & Walgermo & Bronnick, 2013). Pour cette étude, 72 étudiants âgés de 15 à 16 ans ont été séparés en deux groupes auxquels on a transmis deux textes d'environ 1'500 mots (un texte narratif et un texte descriptif), imprimés sur papier A4 pour le premier groupe, et sous forme de fichiers PDF affichés sur un écran d'ordinateur 15" pour le second. Après la phase de lecture, les étudiants sont évalués sur leur compréhension des textes et du vocabulaire employé. Les résultats sont similaires pour les deux types de texte : les sujets ayant lu le texte sur papier auront des meilleurs résultats que ceux l'ayant étudié sur écran. L'absence de coupure et de numérotation des pages ainsi que l'impossibilité d'avoir une vue d'ensemble et de localiser un passage *en haut, au milieu* ou *en bas de page* ont été à nouveau identifiées comme principaux facteurs discriminants. Dès lors, on comprend mieux les raisons qui poussent les fabricants de tablettes et liseuses numériques, ainsi que les éditeurs à conserver le format et la structure du livre ou du magazine même sur support numérique avec l'utilisation de pages virtuelles plutôt que d'un texte défilant.

Dans une étude de 2013 (Kretzschmar, 2013), une équipe allemande a cherché à déterminer si la lecture sur support numérique demandait un effort cognitif plus intense que lors de la lecture sur support papier imprimé traditionnel. Un groupe de 36 adultes âgés de 21 à 34 ans (moyenne d'âge 26 ans) et un autre groupe de 21 participants plus âgés (moyenne d'âge 67 ans) ont été constitués et chaque participant a reçu des textes à lire sur papier imprimé, liseuse avec technologie récente de type *encre électronique* et tablette numérique. Lors de la lecture, les mouvements oculaires, l'activité cérébrale ainsi que la vitesse de lecture ont été enregistrés. Les participants ont aussi dû répondre à un test concernant la compréhension de texte et finalement à un questionnaire concernant leur comportement de lecture, leur expérience et préférence sur les différents supports. En ce qui concerne la compréhension de texte, les résultats n'ont pas démontré de différences significatives selon le support, bien que le papier imprimé soit resté le plus performant, suivi par la liseuse puis la tablette. Il en va de même en ce qui concerne l'activité cérébrale au niveau du type de support. Par contre, il est démontré que la lecture sur tablette pour les plus âgés est plus rapide et demande moins d'effort. On doit ces résultats à la technologie de rétroéclairage utilisée pour les écrans de tablette qui est particulièrement adaptée à la vue parfois affaiblie des personnes âgées, car le rétroéclairage permet une luminosité importante. Un des aspects les plus intéressants de cette étude ressort du questionnaire rempli par les participants sur leur préférence de support : malgré des différences non significatives au niveau de la compréhension de texte et de l'activité cérébrale, la grande majorité des sujets conserve une nette préférence pour le support papier, révélant ainsi un certain scepticisme culturel face aux supports numériques.

Une étude israélienne s'est justement penchée sur les aspects psychologiques influençant notre rapport au support de lecture (Ackerman & Lauterman, 2012). Un groupe de 80 étudiants d'une moyenne d'âge de 25 ans a été formé, puis on a donné à lire à chaque participant 6 textes de 1'000 à 1'200 mots chacun, sur papier imprimé et sur écran d'ordinateur. Les textes ont été lus sous différentes conditions temporelles : deux textes lus sous pression avec un temps de lecture limité (7 minutes), deux autres lus sans pression temporelle (temps illimité) et pour le dernier, il est annoncé aux participants qu'il n'y a pas de limite de temps, mais ils ont été finalement interrompus après 7 minutes. Après la lecture de chaque texte, les participants devaient passer un test de mémorisation et de compréhension en estimant, avant de réaliser le test proprement dit, leur futur résultat. Au niveau des conséquences, la lecture sur papier imprimé est plus performante uniquement sous deux conditions temporelles (libre et limitée), mais pas en condition d'interruption. Ce résultat est particulièrement intéressant, car si les différences de performance étaient uniquement ou principalement dues au support, les résultats auraient dû être similaires sous les 3 conditions temporelles. D'autres facteurs, très certainement d'ordre psychologique, entrent donc en jeu. En ce qui concerne les prédictions des étudiants, elles ont généralement été plus réalistes en ce qui concerne la lecture sur papier imprimé et ont eu tendance à surévaluer leur résultat sur écran d'ordinateur.

Deux ans plus tard, la même équipe de chercheurs a publié une nouvelle étude en relation avec celle de 2012, afin de déterminer si, sous certaines conditions, les résultats obtenus sur écran pouvaient atteindre un niveau similaire à ceux obtenus sur papier (Ackerman & Lauterman, 2014). Un groupe de 80 étudiants d'une moyenne d'âge de 26 ans a été réuni. On leur a transmis 6 textes d'un millier de mots chacun en leur laissant le choix du support de lecture (papier ou écran) et avec 7 minutes à disposition pour la lecture des textes. Après chaque lecture, les participants devaient réaliser un test de mémorisation et de compréhension. Après les 2 premiers tests, les étudiants ayant choisi la lecture sur écran ont obtenu des résultats inférieurs à ceux travaillant sur papier imprimé, avec des résultats d'un ordre de grandeur similaire à ceux de l'étude de 2012. Par contre, dès le 3^e test, les différences de performance entre supports se sont amenuisées jusqu'à disparaître complètement. Il en va de même en ce qui concerne les performances de prédiction, qui s'amélioraient au fur et à mesure des 6 tests. Il est donc possible d'atteindre des résultats similaires sur papier et sur écran, mais à condition que le support puisse être choisi en fonction des préférences personnelles de l'utilisateur et que ce dernier soit un utilisateur expérimenté du support.

En 2015, un chercheur turc a visé à déterminer les préférences d'étudiants universitaires entre les supports papier et numérique et à comparer les résultats avec d'autres obtenus 7 années auparavant par une autre étude du même auteur (Kazanci, 2015). Au total, 792 étudiants ont

été interrogés (400 étudiants, en 2008, 392 en 2014) dont 66% de femmes. Les résultats ont largement été à l'avantage du papier imprimé avec 78% d'étudiants lui accordant leur préférence en 2014. Ces résultats sont semblables à ceux de 2008 (79%). L'étude a également mis en évidence l'absence de différence significative dans les résultats au niveau du genre.

Notons que le présent document n'intègre pas d'aspects médicaux, ophtalmologiques et ergothérapeutiques relatifs à l'usage des écrans (fatigue oculaire, maux de tête, troubles du sommeil, etc.), car ils se situent hors du domaine pédagogique. Il reste cependant évident que ces critères doivent être impérativement pris en considération dans le choix du support tout en tenant compte des particularités des différents types d'écran existants (haute ou faible résolution, taux de rafraîchissement de l'image, position horizontale ou verticale, rétroéclairage, etc.).

En conclusion, face à l'absence d'étude scientifique se penchant sur notre rapport à l'image, plutôt qu'au texte, et face à la tendance actuelle du passage presque automatique aux outils numériques, sans réelle réflexion pédagogique et sous la pression évidente d'acteurs économiques n'ayant pas de lien direct avec le cadre scolaire associé, il semble judicieux et finalement assez pressant de proposer de nouveaux critères de décision, basés sur des réflexions et des études scientifiques issues des milieux pédagogiques.

4. Question de recherche

L'objectif principal de cette recherche est de répondre à la question suivante : *le choix d'un support papier ou numérique influence les capacités des apprenants pour l'observation d'une image dans le cadre de la scolarité obligatoire ?*

5. Méthodologie

Pour répondre à cette question, des expériences comparatives d'observation d'images sur supports papier et numériques ont été réalisées dans des classes de l'école obligatoire, de niveaux 9 à 11 HarmoS²². Les participants sont une centaine d'élèves âgés de 12 à 16 ans, filles et garçons, de tout niveau.

5.1 Choix du type d'expérimentation

Comme le mentionne la question de recherche, l'activité principale relative aux

²² <http://www.cdip.ch/dyn/11737.php> consulté le 26 avril 2016

expérimentations consiste en un exercice d'observation sur images fixes. Bien que les tablettes proposent de nombreuses fonctionnalités telles que l'affichage d'images animées, l'interactivité avec la machine par l'utilisation de l'écran tactile (au doigt ou au stylet), l'émission audio par haut-parleurs et écouteurs ou la connexion à Internet via Wi-Fi, l'étude s'attardera uniquement sur l'affichage à l'écran d'images fixes, sans composante interactive ou sonore. La tablette est donc utilisée uniquement comme support d'images par l'intermédiaire de son écran. Les autres fonctionnalités offertes par la machine ne sont pas du tout exploitées. De plus, les fonctionnalités de zoom dans l'image sont désactivées. Les raisons de ces choix sont directement liées à la question de recherche qui cherche à mettre en évidence des différences entre les supports papier et écran. Le papier ne permettant pas l'affichage d'images animées ni le zoom dans l'image, ne pouvant pas émettre de sons et n'ayant pas de composante interactive, la comparaison avec la tablette doit se cantonner à l'affichage d'images fixes. En effet, l'utilisation d'une ou plusieurs des fonctionnalités de la tablette entraînerait des biais par rapport aux résultats obtenus. Il serait très difficile de déterminer si ces résultats sont dus aux différents types de supports d'images ou aux spécificités des fonctionnalités de la tablette. L'absence de littérature scientifique ayant abordé ce sujet ne permet pas non plus de s'appuyer sur des données fiables préexistantes qui pourraient permettre de mieux préciser les différents niveaux d'influence.

Le choix de demander aux participants de noter leurs réponses sur support papier uniquement est issu d'une réflexion similaire: les élèves ne sont pas du tout habitués à noter des réponses sur tablettes et le support tablette n'est pas le plus adapté à cette tâche (Mangen & Walgermo & Bronnick, 2013). Les réponses sont donc toujours notées sur une feuille de papier, indépendamment du support affichant les images. L'utilisation de la tablette pour noter les réponses aurait entraîné des biais impossibles à évaluer dans ces conditions.

5.2 Lieu et conditions d'expérimentation

Afin de rester au plus proche des conditions réelles d'enseignement, la totalité des expérimentations est réalisée dans une salle de classe sans aménagement particulier. L'objectif principal de cette étude visant à effectuer des recommandations d'ordre pédagogique pour le corps enseignant quant au choix d'un support papier ou numérique, le lieu d'expérimentation se doit d'être représentatif d'une salle de classe standard à l'heure actuelle. Les salles n'étant pour le moment pas adaptées à l'utilisation de tablettes numériques au niveau du mobilier et de l'éclairage, ce support peut sembler a priori désavantagé, mais pas moins qu'il ne pourrait l'être dans le cadre d'une utilisation scolaire réelle dans les années à venir et qui ne s'accompagnera pas forcément d'un réaménagement des classes. À ce propos, des hypothèses sur le rôle des critères différenciants comme décrits précédemment sont évoquées dans la

conclusion.

La salle de classe prévue pour l'expérimentation est dédiée aux Arts visuels, avec tables inclinables et tabourets réglables en hauteur. L'éclairage est multiple : fenêtres sur un des côtés et l'arrière de la salle, tubes néons sur trois rangées au plafond.

Lors de l'expérience proprement dite, les élèves sont soumis à des conditions d'épreuve sous la surveillance de l'enseignant : interdiction de communiquer avec ses camarades, interdiction de recopier des réponses, aucun matériel supplémentaire accepté.

5.3 Matériel utilisé

Le matériel utilisé compte des impressions lasers noir et blanc et couleur au format A4, ainsi que des iPad Air²³. Les impressions ont été réalisées sur une imprimante laser standard avec des images à la résolution de 300 dpi. La zone d'impression sur papier est centrée sur la feuille et correspond aux dimensions exactes de l'écran de l'iPad.

Afin d'éviter au maximum les manipulations involontaires par les élèves et de respecter une certaine équité entre les supports papier et écran, le bouton principal, les fonctionnalités tactiles et de zoom de l'iPad sont désactivées.

Les informations seront traitées via un logiciel tableur (Excel).

5.4 Participants

L'expérimentation est réalisée avec des élèves de 5 classes complètes de niveau secondaire 1 d'un collège public neuchâtelois en Suisse, pour un total de 108 élèves. La répartition par genre correspond à 61 filles et 47 garçons. 16 étudiants sont nés en 2000, 37 en 2001, 43 en 2002 et 12 en 2003, avec une répartition filles-garçons équivalente dans chaque classe. Les classes sont de niveau 9 à 11 HarmoS. Chaque expérimentation a été répétée dans chaque classe et les résultats mis en commun a posteriori.

Dans le but de permettre une comparaison avec un échantillon statistique conséquent, chaque classe a été partagée en deux groupes et chaque phase d'expérimentation composée de deux exercices du même type, mais différents. Chaque groupe doit réaliser chacune des deux phases d'observation sur chacun des supports. La séparation des classes en deux groupes est réalisée aléatoirement, mais avec, autant que possible, le même nombre de participants de chaque groupe et avec une répartition filles-garçons équitable.

²³ iPad Air de 1^{ère} génération, hauteur 240 mm, largeur 169,5 mm, épaisseur 6,1 mm, poids 723 grammes, taille de l'écran 24.6 cm, résolution 2'048 x 1'536 pixels, définition 264 ppp.

TABLEAU 2 : Distribution des participants en fonction (genre et année de naissance)

	Filles		Garçons		Total
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre
2000	9	56.3%	7	43.8%	16
2001	20	54.1%	16	43.2%	37
2002	23	54.8%	19	45.2%	43
2003	7	58.3%	5	41.7%	12
TOTAL	59	55.7%	47	44.3%	106

5.5 Questionnaire

Un questionnaire est remis à chaque participant afin de pouvoir déterminer son âge, son genre, et s'il a une tablette numérique à la maison. Cette indication doit permettre d'évaluer le niveau d'équipement des participants par rapport aux statistiques nationales et de pouvoir déterminer si les participants n'ayant pas de tablette, donc moins d'expérience du support, auront de moins bons résultats que les autres.

En outre, chaque participant doit répondre à une question préliminaire lui demandant d'estimer quel support il choisirait s'il devait être le plus performant possible. Cette question permet de mettre en relation les résultats de l'étude avec celle d'Ackerman et Lauterman (2012) qui est une des premières à établir que sous certaines conditions, comme laisser le choix du support à l'utilisateur, la lecture sur écran peut atteindre des performances équivalentes, voire meilleures dans certaines conditions à celle sur papier imprimé. Cette question préliminaire évoquant la prédiction de performance de l'utilisateur permettra d'évaluer, si ce constat, valable pour la lecture de textes, l'est aussi pour l'image.

Le questionnaire est constitué des champs suivants :

- Prénom et nom
- Année de naissance
- Genre
- Classe (section)
- As-tu une tablette numérique à la maison ?
- Tu devras réaliser des exercices d'observation similaires sur papier et sur tablette. Quel support choisirais-tu pour être le plus performant ? Réponses à choix : papier / tablette / pas de différence.
- Sur quel support réalises-tu l'exercice ? Réponses à choix : papier / tablette.

5.6 Choix des images

La phase d'expérimentation est basée sur des activités d'observation d'images. Le choix de ces dernières est effectué selon des critères graphiques de densité et de lisibilité. Une forte densité graphique est nécessaire afin que le participant ait à parcourir visuellement l'image pour retrouver ce que l'on lui demande de chercher. La lisibilité est nécessaire pour permettre cette recherche avec un certain confort visuel et rester en relation avec la réalité du matériel scolaire qui propose généralement des images de qualité.

Les images utilisées dans le cadre scolaire étant tant en couleur qu'en noir et blanc, de type photographiques et illustrées, il est important d'en tenir compte. Afin de ne pas discriminer un des deux grands types d'images utilisés aujourd'hui dans le cadre scolaire, la phase d'expérimentation est donc prévue en deux temps : en premier avec des illustrations couleurs, puis avec des photographies noir et blanc. Ces images sont disponibles dans les annexes.

La première expérimentation est réalisée en utilisant des illustrations tirées de la collection *Où est Charlie ?*²⁴ Sur lesquels le participant doit identifier un maximum de personnages et d'objets dans un temps prédéterminé. La collection *Où est Charlie ?* est très populaire et bien connue de la plupart des élèves. Elle ne nécessite donc pas un apprentissage spécifique. La première image tirée de cette collection est celle intitulée *Ville dans l'espace*. La deuxième image est prénommée *Cuisine industrielle*. Les deux images ne sont visuellement pas comparables : *Ville dans l'espace* est une image au contenu moins dense que *Cuisine industrielle*, car beaucoup moins d'objets et de personnages y sont présents. *Ville dans l'espace* est aussi plus contrastée, tant au niveau de la gamme de couleurs que du type des personnages illustrés. *Cuisine industrielle* est donc une image moins confortable à lire, demandant un effort visuel important lors d'une observation intensive, entraînant plus rapidement une fatigue oculaire, au contraire de l'image *Ville dans l'espace*.

La deuxième activité est un exercice plus axé sur l'observation de photos en noir et blanc. Il prend la forme d'un *jeu des différences* : deux photos, à priori identiques mais comprenant des différences au niveau des détails sont positionnées l'une au-dessus de l'autre. Il est alors demandé aux élèves de découvrir autant de différences que possible et d'indiquer leur position dans un temps limité. Les jeux des différences sont eux aussi très populaires et ne nécessitent

²⁴ *Où est Charlie* (titre original *Where's Wally ?*) est une série de livres ludiques créée par l'illustrateur britannique Martin Handford en 1987. Chaque livre contient des illustrations pleine-page représentant des lieux fortement colorés et habités par une multitude de personnages et d'objets. Le but du jeu pour le lecteur est de retrouver Charlie et d'autres personnages spécifiques. Chacun de ces personnages est reconnaissable grâce à un physique et une tenue spécifique : par exemple, Charlie est grand et mince, il porte systématiquement des lunettes, un bonnet et une écharpe rayés blanc et rouge, un jeans bleu et des chaussures brunes.

donc pas un apprentissage spécifique. Les photographies choisies comme base pour ce jeu des différences ont, elles aussi, des spécificités différentes en matière de densité et de lisibilité. La photographie *Marathon* est beaucoup moins dense et plus contrastée que la photographie *Time Square*. *Marathon* est donc une image plus confortable à lire et moins fatigante lors d'une observation intensive.

6. Déroulement des phases d'expérimentation

Avant chaque phase, les règles et spécificités de chaque expérimentation sont expliquées aux élèves, en particulier en ce qui concerne le fonctionnement de *Où est Charlie ?* Et la présentation des personnages relatifs à la série.

Les élèves notent leurs réponses sur une feuille transmise avec chaque exercice. Ils entourent l'emplacement des personnages, objets ou différences découverts sur une image correspondante et intégrée à la feuille de réponse. Cette dernière est vérifiée ultérieurement et les résultats introduits dans une base de données.

6.1 Exercices d'observation #1 : *Où est Charlie ?*

Cette première phase expérimentale se fonde sur un exercice d'observation et de recherche sur une illustration tirée de la collection des ouvrages *Où est Charlie ?* Tout d'abord, l'enseignant explique en détail le déroulement de l'expérimentation, en s'attardant particulièrement sur les consignes, les conditions d'examens, le temps imparti et le fonctionnement de *Où est Charlie ?* (règles du jeu et présentations des personnages).

La classe est ensuite divisée en 2 groupes avec, autant que possible, le même nombre de participants et une répartition fille-garçon équivalente.

Tous les étudiants reçoivent ensuite la même illustration à observer mais sur différents supports : sur papier imprimé pour la moitié de la classe et sur tablette numérique pour l'autre moitié. Une feuille de réponse est aussi transmise aux élèves. Chacun d'eux doit, dans un temps imparti de 5 minutes, observer intensément l'illustration afin de trouver l'emplacement de Charlie, ainsi que d'autres personnages et objets présents sur l'illustration. L'emplacement de chaque personnage ou objet découvert est indiqué par l'élève sur sa feuille de réponse en entourant l'emplacement des personnages, objets ou différences découverts sur l'image intégrée à la feuille de réponse.

À la fin du temps imparti, les étudiants ne peuvent plus noter de nouvelles réponses et rendent le matériel transmis.

L'expérience se répète encore une fois avec une nouvelle illustration tirée de *Où est Charlie ?*, mais en échangeant les supports : la moitié de la classe ayant travaillé sur papier imprimé le fait cette fois sur tablette numérique et vice versa.

6.2 Exercices d'observation #2 : jeu des différences

La deuxième phase expérimentale est une déclinaison de la première sous la forme d'un nouvel exercice d'observation d'une photographie noir et blanc basé sur le *jeu des différences*.

Premièrement, l'enseignant explique le déroulement de l'expérimentation, en s'attardant à nouveau sur les consignes, les conditions d'examens, le temps imparti et le fonctionnement du jeu des différences.

La classe est alors divisée en 2 groupes avec, autant que possible, le même nombre de participants et une répartition fille-garçon équivalente.

Tous les étudiants reçoivent ensuite les photographies à observer mais sur différents supports : sur papier imprimé pour la moitié de la classe et sur tablette numérique pour l'autre moitié. Une feuille de réponse est aussi transmise aux élèves. En 3 minutes, chaque étudiant doit observer intensément les photographies afin de trouver l'emplacement d'un maximum de différences. L'emplacement de chaque différence découverte est indiqué par l'élève sur sa feuille de réponse, en entourant leur emplacement sur la photographie intégrée à la feuille de réponse.

À la fin du temps imparti, les étudiants ne peuvent plus noter de nouvelles réponses et rendent le matériel transmis.

L'expérience se répète encore une fois avec un nouveau jeu, mais en échangeant les supports : la moitié de la classe ayant travaillé sur papier imprimé le fait cette fois sur tablette numérique et vice versa.

7. Résultats du questionnaire

Avant de s'attarder sur les résultats des expérimentations proprement dites, il est intéressant de se pencher sur les résultats relatifs au questionnaire concernant la présence d'une tablette à la maison et la prévision de performance.

7.1 Présence d'une tablette à la maison

Sans réelle surprise vu la forte pénétration du matériel informatique dans les foyers helvétiques, une très grande majorité des élèves (92%) ont une tablette numérique (iPad ou équivalent) à la maison. Ce chiffre, légèrement supérieur à la statistique officielle du taux

d'équipement des ménages suisses en ordinateur personnel qui date de 2013, semble indiquer que les participants sont dans la moyenne nationale. Il n'y a pas de différence significative au niveau du genre, bien que le taux de pénétration soit légèrement plus élevé (+2.4%) pour les filles (94.9%) que pour les garçons (92.5%).

Il aurait été intéressant de déterminer si la présence d'une tablette à la maison provoque des différences de performance en fonction du support, mais les résultats ne peuvent pas être considérés comme statistiquement significatifs, car le nombre de participants sans tablette à la maison par rapport à l'ensemble des participants n'est pas suffisant (moins de 8%) pour niveler les éventuelles performances hors-norme de chaque participant pris individuellement.

TABLEAU 3 : Présence d'une tablette à la maison

	Filles		Garçons		Total	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Oui	56	94.9%	42	89.4%	98	92.5%
Non	3	5.1%	5	10.6%	8	7.5%

7.2 Estimation de performance selon le support

Un des points du questionnaire transmis demande au participant d'estimer s'il sera plus performant sur support papier, tablette ou s'il n'y aura pas de différences. Le tableau 4 montre la distribution des réponses.

Sans tenir compte du genre, un peu plus de la moitié des élèves estiment que pour un exercice d'observation ils seront plus performants sur tablette que sur papier. Si le choix du support par l'élève était possible, la majorité opterait pour une tablette au détriment du support traditionnel papier imprimé (51% en faveur de la tablette, contre 30% en faveur du papier et 23% ne prévoyant pas de différence).

Si l'on observe la répartition par genre, on remarque que cette tendance est particulièrement marquée chez les garçons (51% en faveur de la tablette, contre 23% en faveur du papier et 26% ne prévoyant pas de différence), alors que les filles semblent apporter moins de crédit à la tablette, bien qu'elles restent majoritaire (44% en faveur de la tablette, contre 36% en faveur du papier et 30% ne prévoyant pas de différence).

TABLEAU 4 : Estimation de performance selon le support

	Filles		Garçons		Total	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Plus performant sur tablette	26	44.1%	24	51.1%	54	50.9%
Plus performant sur papier	21	35.6%	11	23.4%	32	30.2%
Pas de différence	12	20.3%	12	25.5%	24	22.6%

8. Résultats détaillés de l'expérimentation

8.1 Exercice d'observation *Ville dans l'espace*

Thème : Ville dans l'espace

Durée : 5 minutes

Personnages et objets à découvrir : 13

Au niveau du type de support, les résultats de l'expérimentation *Ville dans l'espace* montrent des performances moyennes et, tous genres confondus plus élevées de 10% sur tablette que sur papier. Du point de vue du genre, cette différence de performance est moins importante chez les filles (9%) que chez les garçons (12%).

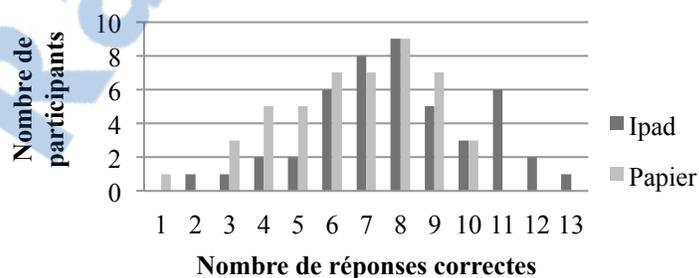
La répartition des résultats permet de mettre en évidence les bonnes performances de la tablette en ce qui concerne le nombre d'objets ou de personnages découverts. En effet, les meilleurs résultats sur support papier sont réalisés par 3 élèves avec 9 objets ou personnages découverts sur 13 alors que 9 élèves travaillant sur support tablette ont de meilleurs résultats, dont 1 avec un résultat de 13 sur 13. Les moins bons résultats sont répartis inversement : 14 élèves ont un résultats de 5 réponses ou moins sur support papier contre 6 élèves uniquement sur tablette.

Comparativement, les filles participant à l'expérience sont généralement plus performantes que les garçons, tous supports confondus (3%), avec une différence plus marquée entre le support papier (5%) et la tablette (2%).

TABLEAU 5 : Résultats de l'expérimentation *Ville dans l'espace*

	Papier		Tablette		Tout support	
Nombre de participants	47		46		93	
Moyenne de réponse Filles	6.9	53%	8.0	62%	7.5	57%
Moyenne de réponses Garçons	6.3	48%	7.8	60%	7.0	54%
Tout genre	6.6	51%	7.9	61%	7.3	56%

GRAPHIQUE 4 : Répartition des résultats de l'expérimentation *Ville dans l'espace*



8.2 Exercice d'observation *Cuisine industrielle*

Thème : Cuisine industrielle

Durée : 5 minutes

Personnages et objets à découvrir : 13

Au niveau du type de support, les résultats de l'expérimentation *Cuisine industrielle* montrent des performances moyennes et tous genres confondus plus élevées de 3% sur tablette que sur papier. Du point de vue du genre, cette différence de performance est plus importante chez les filles (5%) que chez les garçons qui réalisent un moins bon score global sur tablette (-2%).

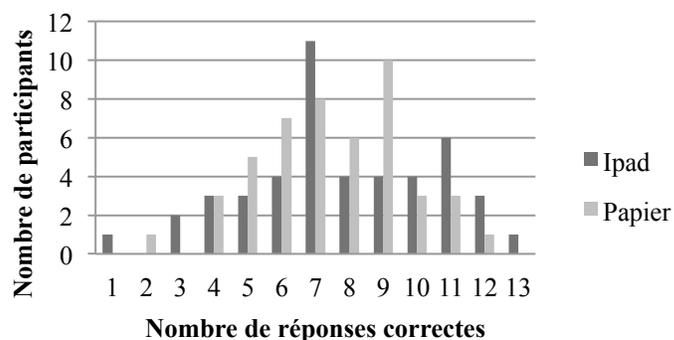
La répartition des résultats permet encore de mettre en évidence les bonnes performances de la tablette en ce qui concerne le nombre d'objets ou de personnages découverts. Les meilleurs résultats sur support papier sont réalisés par 7 élèves avec au minimum 10 objets ou personnages découverts contre 14 élèves avec au minimum 10 réponses correctes pour le support tablette.

Comparativement, les filles participant à l'expérience sont généralement plus performantes que les garçons, tous supports confondus (5%), avec une différence plus marquée au niveau du support tablette (8%) comparativement au papier (1%).

TABLEAU 6 : Résultats de l'expérimentation *Cuisine industrielle*

	Papier		Tablette		Tout support	
Nombre de participants	47		46		93	
Moyenne de réponses Filles	7.5	58%	8.2	63%	7.9	61%
Moyenne de réponses Garçons	7.4	57%	7.2	55%	7.3	56%
Tout genre	7.4	57%	7.8	60%	7.6	59%

GRAPHIQUE 5 : Répartition des résultats de l'expérimentation *Cuisine industrielle*



8.3 Exercice d'observation *Time Square*

Type d'exercice : jeu des différences

Durée : 3 minutes

Différences à découvrir: 10

Au niveau du type de support, les résultats de l'expérimentation *Time Square* montrent des performances moyennes et tous genres confondus plus élevées de 2% sur tablette numérique que sur papier. Du point de vue du genre, cette différence de performance est plus importante chez les filles (5%) que chez les garçons qui réalisent un moins bon score global sur tablette (-1%).

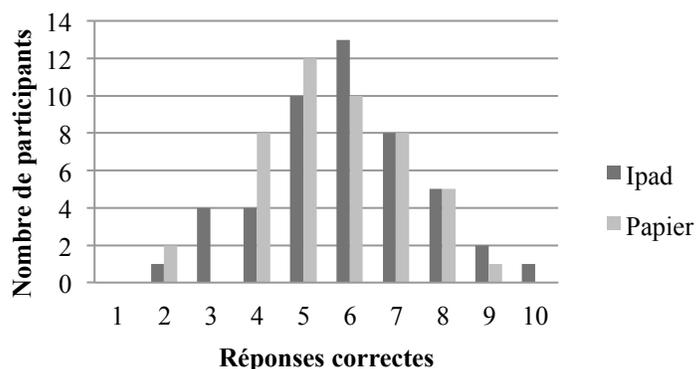
La répartition des résultats permet encore de mettre en évidence les bonnes performances de la tablette en ce qui concerne le nombre de différences découvertes. Les meilleurs résultats sur support papier sont réalisés par 3 élèves avec au minimum 8 différences découvertes sur 10 et aucun résultat de 10 sur 10 contre 8 élèves avec au minimum 8 réponses correctes pour le support tablette dont un élève avec le résultat maximum.

Comparativement, les filles participant à l'expérience, tous supports confondus, sont légèrement plus performantes que les garçons (2%), avec un meilleur score moyen sur tablette (5%) mais légèrement moins bon sur papier (-1%).

TABLEAU 7 : Résultats de l'expérimentation *Time Square*

	Papier		Tablette		Tout support	
	Moyenne	%	Moyenne	%	Moyenne	%
Nombre de participants	46		48		94	
Moyenne de réponses Filles	5.6	56%	6.1	61%	5.9	59%
Moyenne de réponses Garçons	5.7	57%	5.6	56%	5.7	57%
Tout genre	5.7	57%	5.9	59%	5.8	58%

GRAPHIQUE 6 : Répartition des résultats de l'expérimentation *Time Square*



8.4 Exercice d'observation *Marathon*

Type d'exercice : jeu des différences

Durée : 3 minutes

Différences à découvrir: 10

Au niveau du type de support, les résultats de l'expérimentation *Marathon* montrent des performances moyennes et tous genres confondus plus élevées de 1% sur papier que sur tablette. Du point de vue du genre, cette différence de performance est plus importante chez les filles (2%) que chez les garçons (1%).

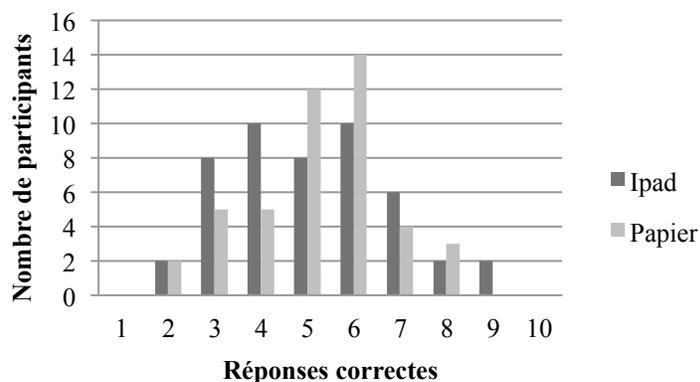
La répartition des résultats permet toujours de mettre en évidence les bonnes performances de la tablette en ce qui concerne le nombre de différences découvertes. Les meilleurs résultats sur support papier sont réalisés par 3 élèves avec 8 différences découvertes contre 2 élèves avec 8 réponses correctes et 2 élèves avec 4 réponses correctes pour le support tablette.

Comparativement, les filles participant à l'expérience sont, tous supports confondus, sont légèrement plus performantes que les garçons (2%), avec un meilleur score moyen sur papier (2%) et sur tablette (1%).

TABLEAU 8 : Résultats de l'expérimentation *Marathon*

	Papier		Tablette		Tout support	
Nombre de participants	46		48		94	
Moyenne de réponses Filles	5.3	53%	5.1	51%	5.2	52%
Moyenne de réponses Garçons	5.1	51%	5.0	50%	5.0	50%
Tout genre	5.2	52%	5.1	51%	5.2	52%

GRAPHIQUE 7 : Répartition des résultats de l'expérimentation *Marathon*



9. Résultats globaux

Les résultats globaux, tous genres confondus, montrent des performances moyennes plus élevées sur tablette que sur papier de 4%. La tablette est particulièrement performante pour les deux expérimentations *Où est Charlie ?* Avec une moyenne de 7% de réponses correctes supplémentaires. La différence de performance est moins marquée pour les expérimentations du *jeu des différences* avec 3% de réponses en plus et plus particulièrement pour l'image *Marathon* pour laquelle les résultats sur papier sont plus élevés de 1% que ceux sur tablette.

La répartition des résultats démontre aussi un avantage marqué pour la tablette en ce qui concerne les meilleurs résultats. Pour les 4 expérimentations, les élèves ayant atteint le résultat maximum l'ont systématiquement réalisé sur support tablette. De plus, parmi les élèves les plus performants, on dénombre à chaque fois une part significativement plus élevée ayant travaillé sur support tablette.

TABLEAU 9 : Résultats globaux

	Support papier	Support tablette	Tout support
Filles	55%	59%	57%
Garçons	53%	55%	54%
Tout genre	54%	58%	56%

9.1 Résultats en fonction du genre

Comparativement, les filles participant à l'expérience sont, tous supports confondus, plus performantes que les garçons (2%), avec un meilleur score moyen sur les deux supports, mais avec une différence plus marquée sur tablette (4%) que sur papier (2%). Ces différences de résultats en fonction du genre ne font que confirmer ce que nous indique les statistiques et les études scientifiques²⁵ depuis plusieurs années dans la plupart des pays d'Europe, Suisse y comprise : les filles ont en moyenne de meilleurs résultats que les garçons lors de la scolarité obligatoire et la discipline où les écarts sont le plus marqués est la lecture (voir tableau 10). Les filles lisent plus que les garçons et avec plus de plaisir. Il est donc difficile de déterminer l'influence du support par rapport aux résultats des filles ou des garçons, la seule certitude étant que les différences de genre constatées sur papier correspondent à celles observées sur écran.

²⁵ http://eacea.ec.europa.eu/Education/eurydice/documents/thematic_reports/120FR.pdf

TABLEAU 10 : Différences entre les scores moyens des garçons et des filles (G–F) en mathématique, lecture et sciences, en Suisse et dans les pays de référence ²⁶

	Mathématiques	Lecture	Sciences
Allemagne	14	-44	-1
Autriche	22	-37	9
Belgique	11	-32	4
Canada	10	-35	3
Finlande	-3	-62	-16
France	9	-44	-2
Italie	18	-39	3
Liechtenstein	23	-24	17
Suisse	13	-36	6
Moyenne OCDE	11	-38	1

9.2 Résultats en fonction de la prévision de performance

De manière générale, les participants ont estimé correctement sur quel support papier ou tablette ils seraient le plus performants. Ainsi la moyenne de réponses correctes des 32 participants s'estimant meilleurs sur papier est de 63.4% sur support papier contre 62.7% pour les participants s'estimant plus performants sur tablette. De l'autre côté, les 54 participants s'estimant plus performants sur tablette présentent des scores moyens de 68.3% sur tablette contre 62.7% sur papier. Enfin, il est intéressant de souligner que pour les 24 participants restants, qui n'ont pas émis de préférence pour un support ou pour l'autre, la moyenne des résultats est systématiquement moins élevée que celle des participants ayant un support préféré, et ceci y compris pour le support non préféré.

TABLEAU 11 : Résultats globaux en fonction de la prévision de performance

	Plus performant sur papier	Plus performant sur tablette	Pas de différence
Résultats papier	63.4%	62.7%	61.0%
Résultats tablette	64.5%	68.3%	63.8%
Tout support	63.9%	65.9%	62.3%

²⁶ Enquête PISA 2012

10. Observation de l'attitude des participants

L'observation des attitudes des élèves lors des différentes phases d'expérimentation donne des informations intéressantes quant à l'intégration de tablettes à l'école du point de vue de l'élève.

Tout d'abord, les participants se sont généralement montrés enthousiastes en constatant que des tablettes avaient été apportées en classe, ce qui représentait un précédent pour la majorité d'entre eux. Ce contentement n'était pas dû à la tablette en elle-même vu que plus de 90% des participants indique en avoir une à la maison, mais plutôt au fait que la tablette soit utilisée dans le cadre scolaire. L'enthousiasme est rapidement retombé lorsqu'ils ont compris que la présence des tablettes n'était que provisoire. Certains participants ont alors déploré que l'informatique, que ce soit sous la forme d'un ordinateur ou d'une tablette mais aussi d'Internet, ne soit pas plus exploitée à l'école. Ils leur semblent que l'école est en retard en ce qui concerne les nouvelles technologies, qu'elle ne correspond plus à la réalité des usages hors du cadre scolaire. Cela dénote sans doute une forte attente des élèves par rapport à l'intégration des technologies informatiques à l'école, voire même pour certains une légère frustration.

Lors de l'utilisation proprement dite des tablettes, il était assez surprenant de constater à quel point les élèves sont à l'aise avec ce support : aucune question n'a été posée sur leur fonctionnement, seules quelques remarques ont été émises concernant la fonction de zoom en « pinçant les doigts » ait été - volontairement - désactivée et le matériel a été traité avec soin. L'effort de formation, absolument nécessaire en cas d'intégration d'une nouvelle technologie à l'école, devra donc majoritairement être fourni au corps enseignant, l'élève étant déjà un utilisateur aguerri.

Du point de vue ergonomique, on aurait pu s'attendre à des différences de manipulation entre supports liées à la légèreté du papier comparée à la - relative - lourdeur de la tablette numérique. Dans les faits, l'observation des participants n'a pas permis de déceler des différences significatives de comportement: la plupart des élèves travaillant avec le support, papier ou tablette, posé sur la table, les différences de poids n'ont alors finalement pas d'influence. En revanche, certains élèves tiennent parfois le support dans la main, plus ou moins verticalement, et aucune différence n'a pu être constatée dans ce comportement en fonction du type de support : tant les feuilles de papier que les tablettes étaient parfois tenues à la main. La tablette ayant une fourre de protection pliable permettant de tenir la tablette en position verticale, certains élèves ont choisi de travailler avec un support en position verticale tout en ayant les mains libres. Les expériences réalisées sur quelques minutes, il n'est pas possible de prévoir le comportement et ses répercussions sur l'utilisation d'un support tablette (plus lourd, plus dur et plus rigide) sur l'élève d'un point de vue ergothérapeutique. Par contre,

l'utilisation de la fourre comme support d'utilisation de la tablette démontre que des solutions pratiques, économiques et intuitives peuvent facilement être mises en place.

11. Prolongation de l'expérience et hypothèses

Pour des raisons de faisabilité, les expérimentations sont réalisées avec des exercices ayant lieu durant une période très courte, allant de 3 à 5 minutes. Des hypothèses peuvent être tirées des résultats de la présente étude au niveau des résultats et du confort d'utilisation, tant du point de vue de l'élève que de celui de l'enseignant.

Comme déjà mentionné dans les conclusions du tableau comparatif, les points faibles de la tablette sont principalement les reflets de son écran vitré, son poids et son angle de vue limité.

Au vu des résultats de cette étude, les reflets de l'écran vitré ne semblent cependant pas péjorer la performance de la tablette malgré un environnement peu adapté. Pour une utilisation sur le plus long terme, il n'y a aucune raison que les reflets de l'écran vitré s'avèrent plus problématiques. Il existe des pellicules de protection de l'écran atténuant les reflets, mais au détriment de la lisibilité ou de l'angle de vue des images.

Le rétroéclairage comme la haute résolution et précision de l'écran des tablettes sont des attributs spécifiques au support qui participent aux bonnes performances de la tablette concernant les meilleurs résultats de chaque expérience.

En ce qui concerne le poids des tablettes, une utilisation à long terme peut entraîner une gêne pour l'utilisateur. En effet, il est rapidement fatigant de tenir les 723 grammes de l'appareil en main, ce qui est loin d'être le cas pour une feuille de papier. L'utilisation d'une fourre de protection permettant de tenir la tablette en position verticale, bien qu'ajoutant du poids supplémentaire, peut partiellement régler ce problème. Néanmoins, le poids des tablettes actuelles reste très handicapant comparé au papier. Les évolutions technologiques permettront de réduire encore le poids et l'épaisseur des tablettes, mais nous sommes encore loin d'atteindre la légèreté et les dimensions d'une feuille de papier.

L'angle de vue limité n'est pas handicapant dans le cadre d'une utilisation par une seule personne, ce qui est le cas des expérimentations de cette étude. Par contre, il devient très vite limitant si on utilise la même tablette à plusieurs, ce qui est une situation assez fréquente dans le cadre scolaire. Les élèves travaillent parfois sur le même support et l'enseignant doit très régulièrement se pencher sur les travaux des élèves. Dans ce cas, l'angle de vue limité devient particulièrement peu performant. Tout comme pour le poids des tablettes, les évolutions technologiques tendent à augmenter l'angle de vue, mais il reste handicapant à l'heure actuelle.

Du point de vue de l'enseignant, l'utilisation de tablettes en classe n'est pas sans répercussion. Si la manipulation d'une tablette ne demande pas particulièrement d'effort, la gestion d'un parc d'une vingtaine de machines nécessite une organisation et une énergie non négligeables. Le poids d'une vingtaine de tablettes s'élève à plus de 14 kilos auxquels devra certainement s'ajouter le poids des fourres de protections, des chargeurs et de la valise de transport. On atteint alors une vingtaine de kilos, très handicapants pour l'enseignant lors des manipulations. L'usage des tablettes demande aussi à l'enseignant de les recharger et de les entretenir (nettoyage de l'écran en particulier), ce qui demande passablement de temps pour un parc de 20 appareils. La participation des élèves à ces tâches d'entretien est naturellement envisageable, mais elle se fera au détriment du temps d'enseignement et d'apprentissage proprement dit. L'intégration de chaque image, qui doit être réalisée tablette par tablette, nécessite passablement de manipulations, donc de temps, comparé à la pratique actuelle qui se base sur des ouvrages de référence ou des documents photocopiés. C'est une tâche répétitive et fastidieuse si l'on ne dispose pas de moyens adaptés. Cependant l'investissement en temps peut s'avérer positif en cas d'utilisation de la tablette à moyen et long terme, car une fois intégrée à la tablette, les images ne devront plus être manipulées par l'enseignant, ceci indépendamment du nombre d'utilisations. On peut facilement envisager la mise en place de solutions informatiques adaptées, permettant par exemple la mise en réseau des tablettes et l'automatisation de certaines tâches telle que l'intégration de documents. Cependant cela nécessiterait de lourds investissements pour son développement et sa mise en place, tâche pour laquelle le cadre scolaire n'est pas aguerri lorsque l'on sait que les collèges ne disposent actuellement pas de l'infrastructure nécessaire à la diffusion d'un simple réseau Wi-Fi. En outre, la majorité des enseignants devront être formés pour la réalisation de ces manipulations informatiques, mais aussi pour le traitement d'images et, enfin, adapter leur enseignement en conséquence.

12. Synthèse des résultats

En cette période de transition technologique amorcée il y a une vingtaine d'années et qui se caractérise aujourd'hui dans les sociétés occidentales par la démocratisation de l'informatique à tout niveau et pour chaque individu, la présente étude cherchait à répondre à la question *« choix d'un support papier ou numérique influence les capacités des apprenants pour l'observation d'une image dans le cadre de la scolarité obligatoire ? »*

Les résultats des phases expérimentales de la présente étude permettent de répondre par l'affirmative : la performance des participants a été globalement meilleure sur le support tablette numérique que sur papier, à hauteur de 10% de réponses correctes supplémentaires

bien qu'à priori le support papier puisse partir avec des avantages et la tablette numérique avec des inconvénients. De plus, la répartition des résultats des différentes expériences met aussi en évidence la performance du support tablette en ce qui concerne les meilleurs résultats, significativement plus élevés que ceux obtenus sur support papier.

L'analyse des résultats statistiques sous l'angle du genre des participants ne permet pas de mettre en évidence de fortes différences, tant au niveau du questionnaire que des performances. On peut tout de même noter différents points. Tout d'abord, le taux d'équipement des filles en tablette numérique (94,9%) est plus élevé que celui des garçons (89,4%). Les résultats diffèrent aussi en ce qui concerne les prévisions de performance : les filles donnent moins de crédit au support tablette que les garçons (44,1% des filles estiment qu'elles seront plus performantes sur tablette contre 55,1% des garçons) et plus de crédit au support papier (35,6% contre 23,4%). Les garçons semblent plus enclins à abandonner le support papier au profit de la tablette. Il est intéressant de comparer ces estimations de performances aux résultats finaux : les filles sont légèrement plus performantes que les garçons sur les deux supports (+2% sur papier et +4% sur tablette) et plus performantes sur tablette (59% de réponses correctes) que sur papier (55% de réponses correctes). Les garçons sont aussi plus performants sur tablette (55%) que sur papier (53%) mais avec moins de différence que chez les filles. Filles comme garçons ont donc raison d'estimer leur performance meilleure sur tablette numérique, mais les garçons, qui plébiscitent plus le support tablette comparé aux filles, sont paradoxalement moins performants qu'elles.

13. Conclusion

Au vu des résultats obtenus par les études les plus récentes en ce qui concerne les performances de lecture sur écran ou papier imprimé et ceux obtenus par la présente étude, les performances des tablettes numériques équipées d'un écran haute-résolution ne doivent plus être considérées comme inférieures. La performance moyenne des participants a été meilleure sur le support tablette numérique que sur papier, à hauteur de 10% de réponses correctes supplémentaires malgré un environnement non adapté à la tablette. Le support tablette est aussi plus performant en ce qui concerne les meilleurs résultats, significativement plus élevés que ceux obtenus sur support papier.

Si on laisse le choix du support à l'élève en fonction de son estimation de performance (choix du support sur lequel l'élève prévoit être plus performant), on peut atteindre une moyenne de 15% de réponses correctes supplémentaires des élèves ayant choisi la tablette, comparée aux résultats obtenus si l'on avait proposé uniquement le papier imprimé comme support

d'expérience.

En tenant compte du taux d'équipement des tablettes numériques des participants, qui s'élève à plus de 90% et correspond à la moyenne nationale, il faut se rendre à l'évidence que le support tablette ne peut plus être considéré comme un support nouveau ou méconnu des élèves, malgré son apparition récente. Au contraire et vu le nombre d'élèves ayant ce type de dispositif à la maison, il est à considérer comme relativement banal, bien que son usage reste toujours exceptionnel dans le cadre de la scolarité obligatoire.

Concernant l'environnement, les élèves travaillent traditionnellement et presque exclusivement sur support papier à l'école. Le mobilier scolaire n'est donc pas adapté aux spécificités du support tablette numérique et l'état de la recherche scientifique désigne historiquement le papier comme plus performant au niveau de la lecture et de la compréhension de texte que l'écran. En effet, et en ce qui concerne le mobilier scolaire, l'éclairage zénithal direct (tubes néon) présent dans la plupart des salles de classe n'est pas du tout adapté à l'usage d'appareils disposant d'un écran vitré et utilisable verticalement. Le dispositif peut entraîner l'apparition de reflets gênants pour la bonne visibilité de l'image. En cas d'intégration réelle de tablettes numériques à l'école obligatoire, une adaptation des salles de classe est fortement recommandée, à commencer par l'utilisation d'un éclairage indirect non zénithal.

Les qualités techniques du support tablette numérique utilisé doivent aussi être prises en considération pour expliquer ces bons résultats, en particulier en ce qui concerne l'écran. Depuis 2011, des écrans à haute résolution sont intégrés aux dispositifs informatiques, principalement aux smartphones et tablettes. Comparativement aux écrans standards (résolution de 72 ppi), les écrans haute résolution ont une résolution 5 fois supérieure (jusqu'à 401 ppi pour les modèles les plus récents). Pour rappel, une imprimante laser permet une résolution d'impression de 400 ppi en moyenne. Grâce à cette haute précision, il est presque impossible pour à compléter de constater un effet de pixellisation à l'œil nu sur un écran à haute résolution. De plus, les effets de crénelages sont presque automatiquement supprimés. Si l'appareil propose en outre un rétroéclairage efficace et une large gamme de couleurs affichables, l'image affichée bénéficiera d'une précision exceptionnelle, et son utilisateur d'un excellent confort d'utilisation. Par exemple, un iPad de 2^e génération propose un écran de la même dimension qu'un iPad de 3^e génération, mais une résolution bien moins performante ; l'image affichée sur le premier est composée au maximum de 786'432 pixels contre 3'145'728 pixels pour le deuxième. Il y a donc 4 fois plus d'informations sur l'image affichée par l'écran à haute résolution. Sans l'utilisation d'écran à haute résolution, les résultats de cette étude auraient été incomparables, avec un net avantage pour l'impression papier, à l'image de ce que

nous enseignent les recherches scientifiques ayant déjà évalués la lecture sur écran.

Face à ces constatations et pour conclure, la réponse à la question *le choix d'un support papier ou numérique influence les capacités des apprenants pour l'observation d'une image dans le cadre de la scolarité obligatoire ?* Doit être déterminée dans le temps. Si aujourd'hui l'étude des résultats de cette expérience nous pousse à répondre positivement, tout en précisant *que* la tablette numérique offre un support privilégié. Insistons toutefois sur le fait que les résultats obtenus aujourd'hui sont différents de ceux obtenus hier ou des expérimentations de demain. En effet, la qualité et la performance du support, numérique en particulier, sont étroitement liées aux évolutions technologiques et à des facteurs personnels. À l'image de ce que nous révèle la littérature scientifique à propos la lecture et la compréhension de texte, la qualité du dispositif mis en place, ainsi que les préférences personnelles influent grandement sur les résultats. À l'heure actuelle, les élèves fréquentant l'école obligatoire n'ont pas connu un monde sans informatique, au contraire de la génération de leurs parents, et l'utilisation de dispositifs numériques au quotidien n'a rien d'exceptionnel pour eux. De plus, la qualité des tablettes disponibles actuellement a fait un saut technologique important dès le début des années 2010, avec une qualité d'écran qui est passé du simple au quadruple, comparé aux standards qui prévalaient jusqu'alors et qui proposent aujourd'hui une résolution similaire à celle d'une imprimante laser dont la technologie n'évolue presque plus.

Si le papier imprimé a toujours dominé l'écran comme support de lecture de l'image comme du texte, il est très vraisemblable que l'écran, par sa constante évolution technologique, soit en mesure de rattraper son retard et, sous certaines conditions, de devenir plus performant. Quant à son intégration à l'école, vu ses performances, ses fonctionnalités interactives et de connectivité, ses qualités économiques, écologiques, le dispositif tablette ne peut être que recommandé, à condition de former les enseignants et d'adapter correctement l'environnement scolaire. Cette mise à niveau du savoir-faire de l'enseignant face aux nouveaux médias et ce besoin d'adaptation de l'environnement scolaire représentent finalement le défi principal dans le processus d'intégration des tablettes à l'école, et plus largement de celui des MITIC.

14. Bibliographie

Agence exécutive «Éducation, audiovisuel et culture». (2010). *Différence entre les genres en matière de réussite scolaire: étude sur les mesures prises et la situation actuelle*. Bruxelles: Commission européenne.

Boéchat-Heer, S. (2011). Adaptation des enseignants aux usages des MITIC : sentiment d'auto-efficacité, formation et pratiques en classe. *Formation et pratiques d'enseignement en question*, (12), 81-97. Récupéré sur http://www.revuedeshp.ch/site-fpeq/Site_FPEQ/12_files/08_boechat.pdf

Cadet, C., Charles, R., & Galus, J. (1997). *La communication par l'image*. Paris: Nathan.

Demetriadis, S. & Pombortsis, A. (2007). e-Lectures for flexible Learning: a study on their learning efficiency. *Educational Technology & Society*, 10(2), pp.147-157. Récupéré sur <http://eric.ed.gov/?id=EJ814042>

Dillon, A. (1988). Reading from paper versus reading from screen. *The Computer Journal*, 31(5), pp.457-464.

Guillaud, H. & Guillaud, H. (2009). *Le papier contre l'électronique : nouveau support, nouvelle culture*. *Le Monde.fr*. Récupéré sur http://www.lemonde.fr/technologies/article/2009/06/12/le-papier-contre-l-electronique-nouveau-support-nouvelle-culture_1206368_651865.html

Institut de recherche et de documentation pédagogique. (2014). *PISA 2012 : Compétences des jeunes Romands. Résultats de la cinquième enquête PISA auprès des élèves de fin de scolarité obligatoire*. Neuchâtel: Consortium romand PISA. Récupéré sur http://www.irdp.ch/recherche/pisa/2012/pisa2012_rapport_romand.pdf

Karsenti, T., Collin, S., Dumouchel, G. (2012). *L'envers du tableau: ce que disent les recherches de l'impact des TBI sur la réussite scolaire*. AQEP Vivre le primaire, 25(2). Canada. Récupéré sur <http://www.thierrykarsenti.com/pdf/scholar/ARP-karsenti-98-2012.pdf>

Kazanci, Z. (2015). University students' preferences of reading from a printed paper or a digital screen : a longitudinal study. *International Journal of Culture and History (EJournal)*, 1(1), pp.50-53.

Kretschmar, F., Pleimling, D., Hosemann, J., Füssel, S., Bornkessel-Schlesewsky, I., & Schlewsky, M. (2013). Subjective impressions do not mirror online reading effort: concurrent EEG-eyetracking evidence from the reading of books and digital media. *Plos ONE*, 8(2), e56178. doi:10.1371/journal.pone.0056178

Kurniawan, S. (2001). *Reading online or on paper: which is faster?*. Paperbecause. Récupéré sur <http://www.paperbecause.com/piop/files/f7/f7bb6bc5-2c4a-466f-9ae7-b483a2c0dca4.pdf>

Laboratoire LUTIN. (2011). *De l'usage des tableaux blancs interactifs*. Paris: Ministère de l'Éducation Nationale.

Lauterman, T. and Ackerman, R. (2014). Overcoming screen inferiority in learning and calibration. *Computers in Human Behavior*, 35, pp.455-463.

Lebert, M. (2003). *Le livre 010101*. Paris, France: Net des Études Françaises.

Lebert, M. (2007). *Les mutations du livre à l'heure de l'Internet*. Paris, France: Net des Études Françaises.

Leyva, E. (2003). The impact of the internet on the reading and information practices of a university student community: the case of UNAM. *New Review Of Libraries And Lifelong Learning*, 4(1), 137-157. doi:10.1080/1468994042000240287

Mangen, A., Walgermo, B. and Brønneick, K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 58, pp.61-68.

Domenjoz, J. (2015). MITIC: Pour une pédagogie de l'image dans les classes de Suisse romande. *Blog l'Hebdo*. Récupéré sur <http://www.hebdo.ch/les-blogs/domenjoz-jean-claude-blog-soci%C3%A9t%C3%A9/mitic-pour-une-p%C3%A9dagogie-de-l%E2%80%99image-dans-les-classes-de>

Myrberg, C. and Wiberg, N. (2015). Screen vs. paper: what is the difference for reading and learning?. *Insights the UKSG journal*, 28(2), pp.49-54.

Nielsen, J. (2010). *iPad and Kindle reading speeds*. Nngroup.com. Récupéré sur <http://www.nngroup.com/articles/ipad-and-kindle-reading-speeds/>

Noyes, J. and Garland, K. (2008). Computer- vs. paper-based tasks: are they equivalent?. *Ergonomics*, 51(9), pp.1352-1375.

Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin. (2016). *Plan d'étude romand*. Récupéré sur <https://www.plandetudes.ch/home>

Shepard, R., & Henry, J. (2000). *L'œil qui pense*. Paris: Éd. du Seuil.

Taillandier, F. (2011). *Lecture : l'écran rattrape le papier - CNET France*. CNET France. Récupéré sur <http://www.cnetfrance.fr/news/lecture-l-ecran-rattrape-le-papier-39760707.htm>

Woody, W., Daniel, D. and Baker, C. (2010). E-books or textbooks: students prefer textbooks. *Computers & Education*, 55(3), pp.945-948.

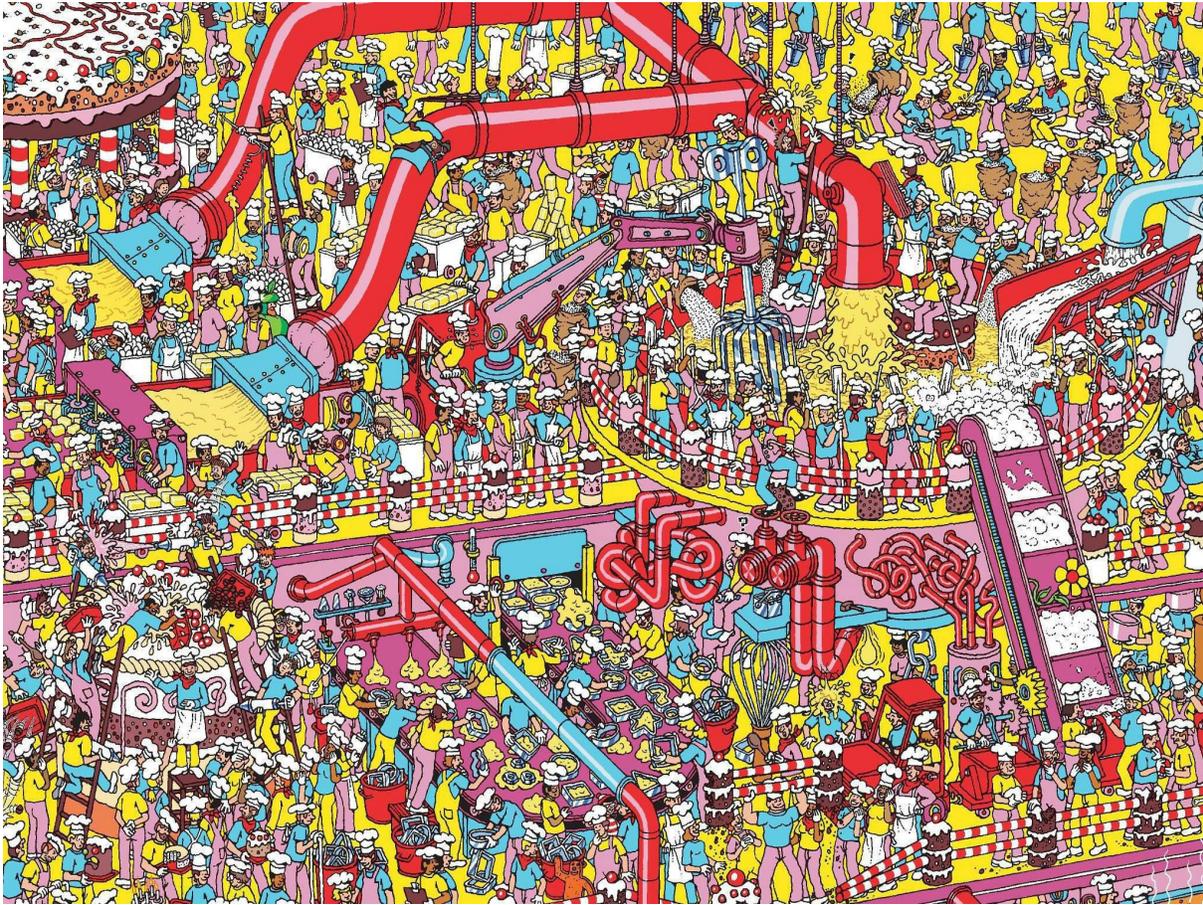
Zickuhr, K. & Rainie, L. (2014). *E-Reading rises as device ownership jumps*. *Pew Research Center: Internet, Science & Tech*. Récupéré sur <http://www.pewinternet.org/2014/01/16/e-reading-rises-as-device-ownership-jumps/>

15. Annexes

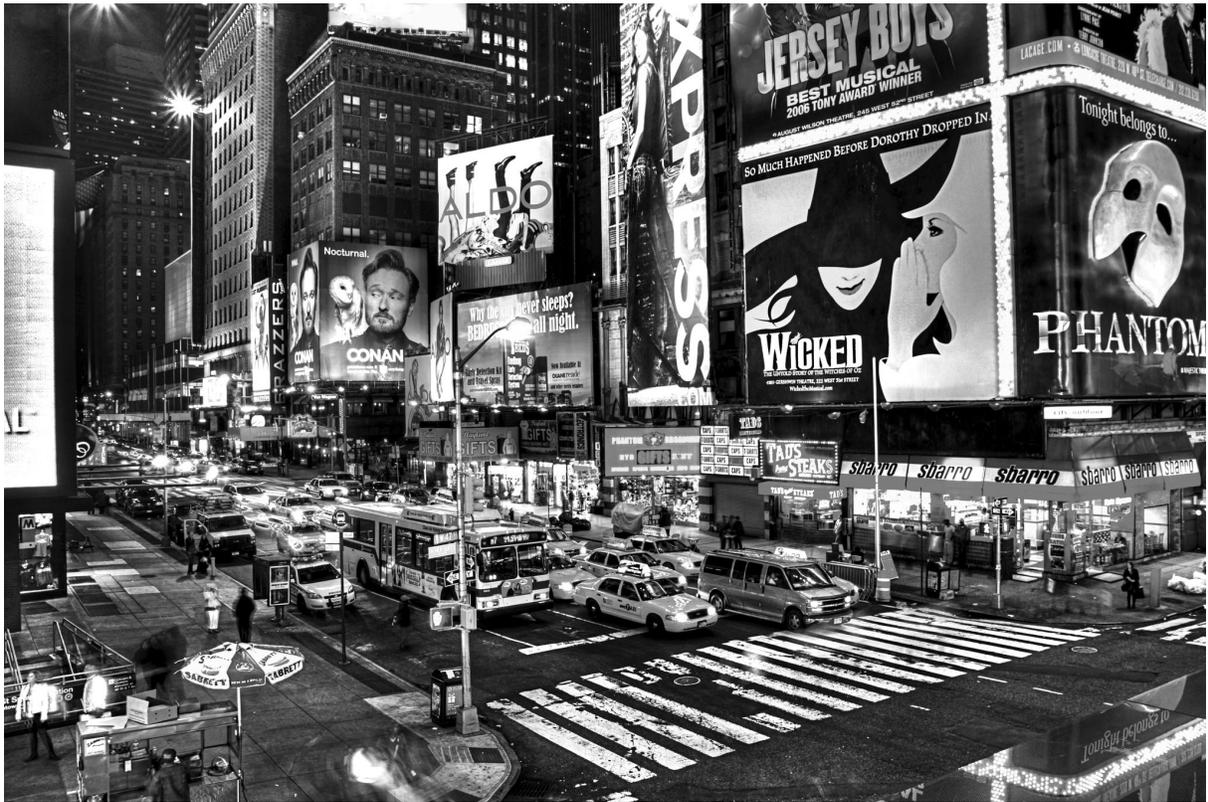
ANNEXE 1 : Illustration *Ville dans l'espace*



ANNEXE 2 : Illustration *Cuisine industrielle*



ANNEXE 3 : Photographies *Time Square*



ANNEXE 4 : Photographies *Marathon*

